

1971

5

TECHNIKA

lotnicza

i ASTRONAUTYCZNA



Z działalności Sekcji Lotniczej SIMP

● Zarząd Sekcji Lotniczej wystąpił do zarządów oddziałów z dwoma postulatami.

Pierwszy z nich dotyczy obecności przedstawicieli zarządów oddziałów na zebraniach Zarządu Sekcji i to zarówno na posiedzeniach w Warszawie, jak i na sesjach wyjazdowych, drugi natomiast — przekazywanie Sekcji systematycznych informacji o działalności oddziałów. Na zebraniach Zarządu naszej Sekcji niejednokrotnie dyskutowane są sprawy i zagadnienia, wymagające zajęcia stanowiska przez przedstawicieli oddziałów. Ponadto niezbędna jest wymiana doświadczeń i informacji o planach działania i metodach współpracy między oddziałami Sekcji.

Z drugiej strony ważne jest, aby działający w terenie koledzy byli zapoznani z tematyką, którą wspólnie omawia się na posiedzeniach Zarządu Sekcji. Systematyczna obecność przedstawicieli oddziałów Sekcji Lotniczej SIMP na zebraniach jej Zarządu Głównego wpływa korzystnie na spójność i naukowo-techniczną działalność naszej organizacji, przy czym pełny skład Zarządu będzie lepiej reprezentował ogół członków Sekcji.

Z plenarnymi zebraniem Zarządu Sekcji wiąże się sprawa przekazywania pełniejszych i możliwie systematycznych informacji o działalności oddziałów Sekcji. Została przyjęta zasada, że na co miesięcznych zebraniach Zarządu Sekcji przedstawiciele oddziałów będą kolejno składać informacje o pracach, imprezach i planach swoich oddziałów.

● Każdy członek Zarządu Sekcji Lotniczej SIMP otrzymał odbitkę planu pracy Sekcji na 1971 r. z zaznaczonymi zadaniami przypadającymi na niego. Członkowie zostali przez Zarząd zobowiązani do terminowej realizacji zadań planowych — indywidualnie i zbiorowo.

● Przewodniczący Sekcji Lotniczej przeprowadził rozmowę z Sekretarzem Generalnym SIMP na temat niedostatecznej (i nie zawsze właściwej) współpracy między zarządami

mi oddziałów naszej Sekcji i oddziałami wojewódzkimi SIMP. Zagadnieniu współpracy — w ujęciu ogólnym — poświęcona była narada przewodniczących sekcji naukowo-technicznych. Ze względu na zgłoszone postulaty w sprawie wprowadzenia zasadniczych zmian w stosunkach ogniw stowarzyszenia: oddział SIMP — oddział sekcji zagadnienie to będzie tematem specjalnej narady simpowskiej.

● Kol. Kostia, jako przedstawiciel NOT w Radzie Głównej Ministerstwa Oświaty i Szkolnictwa Wyższego, ustosunkował się do programu reformy studiów politechnicznych o kierunku mechanicznym, zgłoszonego przez prof. Doerffera z Katedry Budowy Okrętów. Do programu tego przewodniczący naszej Sekcji opracował obszerną propozycję, obejmującą niezbędne specjalności lotnicze.

● Sekcja Lotnicza SIMP w Poznaniu zorganizowała wiele interesujących imprez w drugim półroczu ub. r. Wymieńmy ważniejsze z nich:

- przygotowano jedenaście zebrań odczytowo-dyskusyjnych,
- zorganizowano trzy wystawy eksponujące:

- sprzęt techniczny w ratownictwie załóg statków powietrznych (w Poznaniu)

- naziemne urządzenia treningowe załóg statków powietrznych (w Modlinie)

- lotniczy sprzęt transportowy (w Poznaniu)

- zwołano w Poznaniu Sympozjum naukowo-techniczne pod hasłem perspektywy i kierunki dalszego rozwoju techniki lotniczej,

- zorganizowano w Modlinie naradę na temat stanu, perspektyw rozwoju i zastosowania symulatorów lotniczych.

Oddział Sekcji Lotniczej w Poznaniu liczy 80 członków, w tym 54 inżynierów.

● Oddział Sekcji Lotniczej SIMP w Lublinie (z siedzibą w WSK w Świdniku) realizuje zasady porozumienia o współpracy, zawartego między sekcjami lotniczymi SIMP

i SITK. Zarząd Oddziału zorganizował wycieczkę do Warsztatów Remontowych PLL „Lot” (jak również do portu lotniczego) w Warszawie w celu nawiązania kontaktów z tamtejszym Kołem Lotniczym SITK, zwiedzenia warsztatów oraz wymiany doświadczeń techniczno-ekonomicznych. Należy dodać, że Oddział naszej Sekcji w Lublinie stale utrzymuje i rozwija współpracę z Aeroklubem Robotniczym. Wielu członków Sekcji to czynni działacze i czołowi zawodnicy Aeroklubu (np. bracia Kasperkowie, którzy w lipcu ub. r. uczestniczyli w Anglii w Mistrzostwach Świata w Akrobacji).

Wspomniana współpraca zacieśnia się poprzez pomoc udzielaną Aeroklubowi przez członków naszej Sekcji przy remoncie sprzętu lotniczego. Ponadto Sekcja i Aeroklub pracują wspólnie nad projektem wirroszybowca.

● 22 stycznia br. w Kole Lotniczym SIMP w WSK Warszawa II odbyło się zebranie informacyjne. Sprawozdanie z działalności przedstawił przewodniczący kol. A. Hadryś. Koło liczy 46 członków; z uznaniem stwierdzamy, że dzięki dwuletniej współpracy z przewodniczącym kol. kol. Ossowskiej, Czackowskiej, Folca, Watrasa i Drożdżewicza Koło ma sporo osiągnięć. Zarząd organizuje wycieczki techniczne dla wymiany doświadczeń, odczyty z ilustracją filmową, kurs języka obcego, a ze składek z tytułu członkostwa zbiorowego pokrywa koszt przydzielanych członkom terminarzy NOT i abonamentu czasopism. Koło kwalifikuje kandydatów na studia, przedstawiciele Zarządu zapraszani są na posiedzenia KSR i Rady Technicznej. Zarząd Koła planuje rozszerzenie działalności oraz nawiązanie współpracy z kołami SEP i PTE.

● Organizacyjne ogniwa naszej Sekcji dokładają starań zmierzających do zwiększenia prenumeraty indywidualnej czasopism w ogóle, a miesięcznika „Technika Lotnicza i Astronautyczna” — w szczególności. Oto przykład Sekcji Lotniczej w Świdniku: na 46 członków — czasopisma techniczne zaprenumerowało 32, w tym 16 członków — nasze czasopismo.

W NUMERZE NASTĘPNYM

W artykule *Możliwości polskiego przemysłu lotniczego* A. Glass i E. Margański wskazują na najbardziej celowe, ich zdaniem, kierunki rozwoju polskiego przemysłu lotniczego w zakresie budowy nowych typów samolotów, śmigłowców i silników lotniczych. Zwracają też uwagę na konieczność zmian w metodach realizacji programów i metodach handlu produkcją.

O nowej dziedzinie nauki, egzobiologii, której zadaniem jest badanie możliwości istnienia poza Ziemią życia i rządzących nim praw, pisze Z. Jethon. Przeprowadzono już wiele badań w tej dziedzinie, wykonano wiele doświadczeń laboratoryjnych w pozorowanych

warunkach marsjańskich oraz badania modeli praatmosfery. Rozwój astronautyki stwarza możliwości prowadzenia tych badań bezpośrednio na planetach naszego Układu Słonecznego. O tych zagadnieniach, jak i o urządzeniach do badań egzobiologicznych na planetach można dowiedzieć się z artykułu.

O właściwościach silników odrzutowych zaopatrzonych w dopalacz jako środek krótkotrwałego zwiększania ciągu piszą S. Szczeciński i R. Wiatrek. Omawiają stosowane obecnie układy konstrukcyjne dopalaczy, omawiają problemy regulacji dysz wylotowych i zwracają

uwagę na właściwości eksploatacyjne silników wyposażonych w dopalacz.

Metody pomiaru temperatury płomienia oparte na zjawisku promieniowania, na efekcie termoelektrycznym i na procesach gazodynamicznych stosowanych m. in. w badaniach procesów spalania w silnikach lotniczych tłokowych i turbinowych opisuje A. Kowalewicz.

O uszkodzeniach i zniszczeniach samolotów na lotniskach, powodowanych przez wiatr, pisze J. Osos. Podaje też wskazówki, jak uchronić samoloty przed niszczycielską działalnością wiatru i gradobicia.

Adres Redakcji:

Warszawa, ul. Czackiego 3/5

tel. 27-70-09

Wydawca:

WYDAWNICTWA CZASOPISM TECHNICZNYCH
NOT

Warszawa, ul. Czackiego 3/5

SPIS TREŚCI

	Str.
VI KONGRES TECHNIKÓW POLSKICH TRYBUNA LOTNIKÓW	
E. Margański, A. Glass: Bez kadr przemysł lotniczy będzie kaleki	1
A. Marks: Pierwsze wyniki badań próbki gruntu Księżyca dostarczonej przez „Lunę” 16	4
W. Kordziński, J. Zięborak: Rozważania na temat celowości zastosowania turbinowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego	6
J. Konieczny, E. Olearczuk: Rozwój ruchu eksploatacyjnego	11
W. Pawłowski, A. Wakalski: Nowoczesne smary i techniki smarowania	14
B. Dostatni: Katastrofy lotnicze	19
Z. Olszański: Polskie lotnictwo sanitarne. Działalność, aktualne problemy, perspektywy dalszego rozwoju	23
M. Grodecki: Elektroniczny system ratownictwa	27
Samolot szturmowy McDonnell Douglas A-4M „Skyhawk” — W. K.	29
NOWOŚCI TECHNICZNE	30
SYLWETKI POLSKICH KONSTRUKTORÓW LOTNICZYCH	
Jerzy Dąbrowski (1899—1967) — J. Kędziński	37
KRONIKA	40
Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI LOTNICZEJ SIMP	II okł.
LOTNICZE PORTY ŚWIATA	
Singapur — Paya Lebar	IV okł.



WYDAWNICTWA
CZASOPISM
TECHNICZNYCH NOT
Warszawa
Czackiego 3/5

Redaktor naczelny:

mgr inż. Stefan Sulikowski

Sekretarz Redakcji:

M. Klara Szurmack

Redaktorzy działów:

dr B. Dostatni, mgr inż. A. Gołędzinowski, mgr inż. W. Kordziński, mgr inż. S. Lassota, inż. K. Szumielewicz, mgr inż. W. Zaremba

Korespondenci terenowi:

mgr inż. A. Hadrawa, inż. H. Misiak, mgr inż. S. Orczykowski

Rada programowa:

prof. dr inż. W. Fiszdon, dr inż. H. Grzegorzczak, mgr inż. E. Kołodziński, mgr M. Kowieski, red. Jerzy R. Konieczny, mgr inż. J. Kucharski, mgr inż. A. Lewkowicz, prof. mgr inż. H. Muster, mgr inż. W. Nowakowski, mgr inż. M. Sikorski, mgr inż. S. Sulikowski, prof. dr I. Tarski, mgr inż. W. Wilanowski.

Zakład Kolportażu WCT NOT Warszawa, ul. Mazowiecka 12,
tel. 26-80-16.

Zakłady Graficzne „Tamka” Zakł. Nr I. W-wa Zam. 463/1971. U-23.
Nakład 1700 egz. Papier druk. sat. kl. IV, 70 g, 60×80.

Cena pojedynczego egz. zł 12.—
INDEKS 38006

Prenumerata roczna zł 144.—

В статье описана структура образца, доставленного „Луной” 16, и представлены результаты анализа его химического состава. Обращает на себя внимание большое сходство между этим образцом и образцами, привезенными с Луны астронавтами из экспедиции „Аполло” 12, как в отношении их химического состава, так и физической структуры, а также возраста.

KONIECZNY J.
OLEARCZUK E.

Развитие эксплуатационного движения

Статья посвящена истории эксплуатационного движения, его достижениям и направлениям дальнейшего развития.

PAWŁOWSKI W.
WAKALSKI A.

621.892

Современные смазочные материалы и техника смазки

В статье описаны виды смазочных материалов, применяемых в настоящее время, и область их применения. Развитие конструкций с реактивным приводом, а также системы, применяемые в космических кораблях, определяют предельные условия работы смазочных материалов в пределах от -286°C до 1372°C . Далее рассмотрены смазочные материалы с большим будущим, исследуемые военной авиацией США, и будущие техники смазки.

DOSTATNI B.

656.7.08

Авиационные катастрофы

В статье описаны причины авиационных катастроф, приведена их статистика и методы предупреждения.

OLSZAŃSKI Z.

629.735(438):614.881

Деятельность и проблемы санитарной авиации

В статье представлена история создания польской санитарной авиации на основе постановления министра здравоохранения, изданного в 1955 г. Далее описаны преобразования, которым подверглась санитарная авиация в течение своей 16-летней деятельности. Во второй части статьи представлены актуальные проблемы и перспективы дальнейшего развития польской санитарной авиации.



MIESIĘCZNIK SEKCJI LOTNICZEJ
STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
MECHANIKÓW POLSKICH

XXVI MAJ 1971

TECHNIKA 5

lotnicza

i ASTRONAUTYCZNA

VI KONGRES TECHNIKÓW POLSKICH

TRYBUNA LOTNIKÓW

Mgr inż. EDWARD MARGAŃSKI
Mgr inż. ANDRZEJ GLASS

BEZ KADR PRZEMYSŁ LOTNICZY BĘDZIE KALEKI

Wszystko wskazuje, że zła passa dla naszego przemysłu lotniczego minęła — i zapaliło się zielone światło, wynikające z właściwej oceny pożytku z działalności tego przemysłu. Warto w związku z tym zastanowić się, dlaczego nasz przemysł lotniczy chylił się ku upadkowi i co należy zrobić, aby nie doszło ponownie do trudnej sytuacji w tym przemyśle, mogącej grozić jego likwidacją. A może to nastąpić, jeśli nie wyeliminuje się przyczyn błędów.

Wyniki działalności każdego nowoczesnego przemysłu w pierwszym rzędzie zależą od dwóch czynników: dobrego programu i doświadczonej, stale rozwijającej się kadry — przy czym oba czynniki ściśle się zazębiają. Kadry to sprawa przyszłości nie tylko samego przemysłu lotniczego, lecz także całego naszego przemysłu. Całego nie tylko dlatego, że wpływ przemysłu lotniczego na postęp techniczny w innych przemyśłach jest, a przynajmniej powinien być, zasadniczy, lecz choćby dlatego, że produkcja Zjednoczenia Przemysłu Lotniczego i Silnikowego „Delta” stanowi około jednej czwartej produkcji całego przemysłu maszynowego.

Skoro przemysł lotniczy ma być rozsądnikiem nowoczesnych metod kierowania przemysłem, nowoczesnych konstrukcji i technologii, skoro ma przynieść konkretne dochody, powinien być wzorowo kierowany, powinien wreszcie mieć odpowiednio przygotowaną do wykonywania tych zadań kadrę. Kadrę wy-

soko kwalifikowanych robotników, licznych i dobrych techników, przede wszystkim odpowiednio przygotowaną kadrę inżynieryjno-techniczną i techniczno-ekonomiczną.

Jaką mamy i jaką powinniśmy mieć kadrę w naszym przyszłym przemyśle lotniczym? Zwykło się o niej pisać w superlatywach, i słusznie, albowiem poziom realizowanych przez nią produktów, jak i stosunkowa łatwość w opanowaniu nowoczesnej produkcji (wspomnijmy tu choćby opanowanie masowej produkcji nowoczesnych samolotów bojowych w latach pięćdziesiątych), stawiał ją znacznie wyżej od przeciętnej krajowej, zaś w porównaniu z poziomem światowym też wystawiała nam dobrą wizytówkę.

Wszystko to piękne, ale, jak wiadomo, każdy medal ma dwie strony, tak więc i w tym przypadku była owa druga strona, tą drugą stroną było niewłaściwe kierowanie ową kadrą, niewłaściwe jej wykorzystanie, a także niewłaściwe przygotowanie, nie uwzględniające aktualnego i przyszłego zapotrzebowania, nie będące na tyle elastyczne, aby uwzględnić aktualne, a co dopiero przyszłe potrzeby.—

Jaki jest stan faktyczny naszej kadry? Zaczniemy od wykwalifikowanych robotników. Sytuację w tej dziedzinie można by w zasadzie uznać za dobrą, niemniej jednak powinniśmy zwrócić uwagę na parę niekorzystnych faktów. Przede wszystkim, że wykształcenie wysoko kwalifikowanego robotnika jest

trudne, drogie i trwa dość długo, w szczególności gdy wymagane są nawyki precyzji i dokładności. Dlatego też celowość przekwalifikowywania fachowców lotniczych z WSK-Okęcie na narzędziowców budzi zrozumiałe wątpliwości. Zasadniczym zagadnieniem jest przystosowanie przyszłego robotnika do specyficznej produkcji lotniczej, produkcji wymagającej odpowiedzialności i precyzji. Sądzimy, że są tu dwie metody, pierwsza to emocjonalne związanie z zakładem i jego lotniczą produkcją, druga to **odpowiednie wynagrodzenie**, wynagrodzenie, które będzie odpowiadało jakości wykonywanej pracy oraz zabezpieczało przed odpływem wysoko kwalifikowanych kadr gdzie indziej, czyli tam, gdzie mogą zarobić więcej.

Średnia kadra techniczna, która stanowi znaczny procent zatrudnienia w przemyśle lotniczym, jest nie tylko zbyt mało liczna, lecz także w większości do tego nie przygotowana. A właśnie w technikach przy dużych zakładach lotniczych zlikwidowano kiedyś kształcenie w kierunku lotniczym i kształci się jedynie w kierunku obróbki skrawaniem. Jedyną uczelnią średnią kształcąca w tym kierunku są Lotnicze Zakłady Naukowe we Wrocławiu, a to jak na przemysł zatrudniający parędziesiąt tysięcy ludzi to o wiele za mało. I tu chyba trzeba zasadniczych decyzji i... pracy. Bo rzecz nie w tym, aby utworzyć ileś tam technikum, lecz aby zrobić rozsądną analizę potrzeb i możliwości. Potrzeb — to znaczy ilu nam potrzeba techników technologów, konstruktorów, specjalistów od przygotowania i organizacji produkcji, specjalistów nie tylko od obróbki skrawaniem, lecz także obróbki plastycznej i termicznej, powłok galwanicznych i lakierniczych, odlewników, elektryków, elektroników itp. Możliwości — to znaczy ilu absolwentów innych techników można wyspecjalizować w zakładach, ilu skończy studia zaoczne, ilu wyspecjalizuje się podczas służby wojskowej, zaś ilu i w jakich specjalnościach należy kształcić.

No i wreszcie kadra inżynieryjno-techniczna i techniczno-ekonomiczna z wyższym wykształceniem. Przed oceną stanu faktycznego może krótki przegląd zadań stojących przed nią, a więc:

- **Kierowanie bieżące i perspektywiczne zarówno całym przemysłem, jak i poszczególnymi jego działami i komórkami — w oparciu o analizę potrzeb rynkowych (aktualnych i przyszłych), postępu technicznego i ekonomicznego.**
- **Prowadzenie prac badawczych przeznaczonych na własny użytek i innych przemysłów.**
- **Opracowanie prototypów i ich próby.**
- **Organizowanie, prowadzenie i modyfikowanie produkcji.**
- **Organizacja reklamy zbytu wyrobu i obsługi posprzedażnej (stacji obsługi, filii montażowych itp.).**
- **Organizacja remontu sprzętu produkcji własnej i obcej.**

Oczywiście jest, że wszystkie te zadania wykonują nie tylko inżynierowie czy ekonomiści, niemniej jednak kierowanie i organizowanie tej działalności to zadania dla pracowników z wyższym wykształceniem. Jak widać, zakres problematyki jest bardzo szeroki, tym bardziej że produkcja lotnicza to nie tylko płatowiec lecz również osprzęt i silniki, nie mówiąc o całym wyposażeniu dodatkowym, począwszy od wózków do holowania samolotu po lotnisku, a skończywszy na symulatorach lotu czy radarze lotniskowym. Jest to także budowa, organizacja i modernizacja fabryk lotniczych, które ze względu na specyfikę produkcji nie są zbyt podobne do fabryk w innych prze-

mysłach. Rozpatrując więc problem od strony potrzeb (zarówno tych na dziś, jak i za kilka czy kilkanaście lat) powinniśmy kształcić obok inżynierów, konstruktorów i technologów podstawowych specjalności, inżynierów-ekonomistów, ekonomistów oraz organizatorów produkcji, a także zorganizować rozsądny system przygotowania i doboru kadry kierowniczej. W tej dziedzinie bowiem mamy bodaj że najwięcej do odrobienia.

Po ubiegłorocznej decyzji zawieszenia studiów lotniczych na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa na Politechnice Warszawskiej groziło całkowite zaprzestanie kształcenia specjalistów z wyższym wykształceniem o kierunku lotniczym. Była to decyzja, która niewiele chyba miała wspólnego ze zdrowym rozsądkiem, który powinien obowiązywać w naszym socjalistycznym społeczeństwie.

I dlatego przed reaktywowaniem studiów lotniczych warto się zastanowić, jak je ustawić. Dochodzi do paradoksalnej sytuacji: wykształceni inżynierowie lotnicy pracują poza lotnictwem, zaś jednocześnie w zakładach w Mielcu czy Świdniku nie od dziś odczuwa się bardzo duży ich deficyt. Podkreślmy, że dzieje się to gdy realizujemy jeszcze stary system, według którego produkcja lotnicza to produkcja w zasadzie licencyjna, gdzie nikt się nie martwi co produkować (decyzje zapadają wyżej), gdzie modernizacja produkcji idzie nader opornie (klient i tak kupi), gdzie nikt się nie przejmuje zbytem (jak nie ma zamówienia na parę tysięcy samolotów czy śmigłowców, to się przestawia zakład na inną produkcję), jednym słowem „dolce vita” dla kadry kierowniczej, bo produkcja ustalona, zamówienia są i można ograniczyć się do zadbania jedynie, aby wszystko się jako tako kręciło. Przesada? Chyba nie. Dostatecznym przykładem jest fakt z rozpatrywanego właśnie podwórka. W ubiegłym roku społeczna organizacja, jaką jest NOT, zamierzała zorganizować konferencję poświęconą sprawom kadr dla przemysłu lotniczego. Miała to być dyskusja ludzi, którzy znają zagadnienie, dyskusja, na którą zaproszono przedstawicieli kompetentnych władz, którym to zamierzono przedstawić wnioski wynikające z dyskusji bądź co bądź fachowców. Zostały wydrukowane materiały konferencyjne z konkretnymi liczbami, lecz konferencja nie odbyła się. Dlaczego? Bo główni zainteresowani nie chcieli usłyszeć wniosków z niej wynikających. Wróćmy do zasadniczej sprawy, tzn. pytania, jak mają wyglądać studia w kierunku lotniczym, a po drugie jak wielkie będzie zapotrzebowanie? Może więc poczynimy parę stwierdzeń dotyczących dotychczasowej sytuacji.

- **Do tego czasu kształciliśmy praktycznie wyłącznie konstruktorów (przedmioty technologiczne na Wydziale MEiL były jedynie w zakresie niezbędnym dla konstruktora). Program studiów na byłym Wydziale MEiL zapewniał dopływ odpowiednio wykwalifikowanej kadry do badań naukowych i prac rozwojowych.**
- **Nie kształcili się technologów lotniczych. Zaś technologia produkcji lotniczej jest na tyle odrębna, że przystosowywanie technologów kształconych w innych kierunkach jest dość trudne, prowadziło to do przekwalifikowania konstruktorów lotniczych na technologów.**
- **Nie kształcimy i nie mamy na odpowiednim poziomie i w odpowiedniej liczbie specjalistów organizacji i przygotowania produkcji, a wiadomo, jak zasadniczymi w produkcji lotniczej są te sprawy**
- **Nie mamy nawet poglądu, jak powinno wyglądać przygotowanie ekonomistów i handlowców do pracy**

w ramach przemysłu lotniczego, gdzie i jak powinno się ich wykorzystywać. Najbardziej na tym cierpi nasz handel sprzętem lotniczym, w tej dziedzinie dajemy bowiem wręcz koncert nieudolności.

● **Brak jakiegokolwiek racjonalnego systemu kształcenia, doksztalcania i doboru kadry kierowniczej.**

Jak widać, obraz nie jest zbyt sielankowy. Mamy przemysł o dużym potencjale produkcyjnym i wysokich efektach ekonomicznych i topniejącą kadre przez stałe jej rozpraszenie, gdy równocześnie jej liczebność musi poważnie wzrosnąć dla zapewnienia przemysłowi normalnego rozwoju. W skutkach prowadzi to do marnotrawstwa środków, którymi dysponujemy oraz niewykorzystania możliwości zbytu sprzętu lotniczego.

Nie można się więc zbyt dziwić stanowisku władz byłego wydziału MEiL, które reprezentują pogląd, że lotnictwo nie jest dziedziną, na której można by opierać przyszłość wydziału i po dotychczasowych doświadczeniach (próby likwidacji wydziału wraz z likwidacją przemysłu lotniczego) ustawiają program studiów w kierunku zwiększenia znaczenia przedmiotów podstawowych i przygotowania absolwentów do podejmowania pracy w bardzo różnych dziedzinach, z których lotnictwo nie jest bynajmniej najistotniejszą. Nie wdając się w polemikę z wyżej wspomnianym poglądem trzeba przyznać, że pod kątem interesów uczelni i wydziału jest to pogląd zrozumiały. Niezrozumiały jest jednak kompromitujący brak kontaktu między nowoczesnym przecież rodzajem przemysłu a szkolnictwem wyższym. Brak kontaktu, który powoduje, że tematyka naukowa na byłym wydziale MEiL bardzo mało miała wspólnego z problemami przemysłu lotniczego, że sam wydział nie ma mecenasa, na którym mógłby się opierać, no i musiał go szukać poza lotnictwem, że wreszcie nikt nie ustalił żadnego racjonalnego zapotrzebowania na absolwentów tego wydziału — mimo konkretnych prac rozpoznawczych i propozycji ze strony NOT. Efektem tego był istotny spadek zainteresowania kandydatów na studentów studiami na wspomnianym wydziale. O ile na jedno miejsce na dawnym Wydziale Lotniczym (lata pięćdziesiąte) przypadało kilku kandydatów, o tyle w ostatnich latach po połączeniu z wydziałem mechaniczno-konstrukcyjnym w wydziale MEiL zaczynało brakować kandydatów na obsadzenie wszystkich miejsc. Warto tu przy okazji wspomnieć, że przed kilkunastu laty, gdy nasz przemysł lotniczy był mniejszy niż dziś, kształcono specjalistów na politechnikach w Warszawie, Wrocławiu, Gdańsku, Łodzi i Krakowie. Dziś formalnie studia lotnicze nie istnieją w ogóle w Polsce.

Paradoksalna sytuacja: przez kilkanaście lat istnieje w kraju przemysł zatrudniający parędziesiąt tysięcy ludzi, przemysł ten jest w czołówce eksportowej. W podobnych przemysłach na świecie w pracach rozwojowych zatrudnia się do 30% pracowników. U nas istniejąca baza naukowa i dydaktyczna na wyższych uczelniach zostaje pozostawiona sama sobie, a potem likwidowana.

Sądzymy, że przy założeniu utrzymania poziomu produkcji lotniczej na dotychczasowym (nie mówiąc już o rosnącym poziomie) niezbędne jest utworzenie ponownie wydziału przy Politechnice Warszawskiej, który kształciłby:

- konstruktorów podstawowych specjalności (płatowce, silniki, osprzęt)
- technologów lotniczych odpowiednich specjalności
- specjalistów przygotowania i organizacji produkcji lotniczej
- specjalistów eksploatacji sprzętu lotniczego oraz prowadził kursy specjalistyczne i studia podyplomowe:
- dla ekonomistów i handlowców w zakresie przygotowania do pracy w przemyśle lotniczym
- dla inżynierów innych specjalności (np. elektroników, chemików, metalurgów itp.) zatrudnianych w przemyśle lotniczym
- dla kandydatów kadry kierowniczej uzupełniające studia ekonomiczne lub techniczne.

Jako wyjaśnienie do ostatniego punktu przytoczymy chyba dobry przykład NRD, gdzie problem właściwych kwalifikacji kadry kierowniczej załatwiono stawiając przestrzegana ściśle zasadę, że począwszy od pewnego stanowiska potrzeba mieć ukończone zarówno studia wyższe techniczne, jak i ekonomiczne. Istnieje oczywiście pogląd, który jest chyba jednym z fałszywych mitów, że zapotrzebowanie ze strony przemysłu lotniczego nie zabezpiecza dostatecznie nie tylko samodzielnego wydziału, lecz nawet odpowiednich sekcji. O bezzasadności tego twierdzenia świadczy zarówno bieżące trudności kadrowe poszczególnych fabryk, jak też przeszłe zapotrzebowanie. Bo chyba chcemy mieć kompletny sprawnie działający mechanizm, a nie ciało, z którego wymontowano ... głowę. Na marginesie zapotrzebowania krótka uwaga. Według wyliczeń NOT — roczne zapotrzebowanie na inżynierów lotniczych wynosi obecnie co najmniej 60—80 absolwentów, czyli parokrotnie więcej niż kiedykolwiek było dyplomantów na Wydziale Lotniczym Politechniki Warszawskiej. Problemem nie do przezwyciężenia w przekonaniu opozycjonistów stanie się potrzeba niezbędnych inwestycji. No cóż, hołdujemy zasadzie, że należy ten problem rozważyć pod względem ekonomicznym, lecz wydaje nam się, że sumę na ewentualne inwestycje może pokryć bez większego problemu nawet samo Zjednoczenie Przemysłu Lotniczego i Silnikowego w ramach kosztów rozwoju swej działalności. Ostatecznie nie jest to suma porównywalna z sumami wydatkowanymi na większe niefortunne licencje. A zysk? Zyski są rzędu całej przyszłej produkcji przemysłu lotniczego, która bez kadr fachowych szybko zemrze.

Dlaczego w paru miejscach tego artykułu podnosiliśmy problem kadr kierowniczych? Dlatego, że jest to najsłabsze ogniwo całego przemysłu lotniczego. Piszemy: przemysłu lotniczego, lecz szczerze mówiąc byłaby to niezасłużona pochwała pod adresem jego kierownictwa, gdyż tak naprawdę to jest te kilkanaście zakładów łącznikiem, między którymi jest wspomniane kierownictwo zjednoczenia, zjednoczenia, które niestety nie bez uzasadnienia zostało powszechnie uznane z racji swych poczynań za „Zjednoczenie Przeciwlotnicze”.

Dokończenie na str. 39

PIERWSZE WYNIKI BADAŃ PRÓBKİ GRUNTU KSIĘŻYCA dostarczonej przez „Łunę” 16

Próbka gruntu Księżyca pobrana przez specjalne rurowe wiertło radzieckiej sondy kosmicznej „Łuna” 16 pochodzi z Morza Żyzności (Mare Foecunditatis) z punktu o współrzędnych selenograficznych $0^{\circ}41'S$ i $56^{\circ}18'E$.

Na Ziemi próbka została wydobyta z wiertła w specjalnej komorze laboratoryjnej. Ciężar jej miał wartość nieco przekraczającą 100 G.

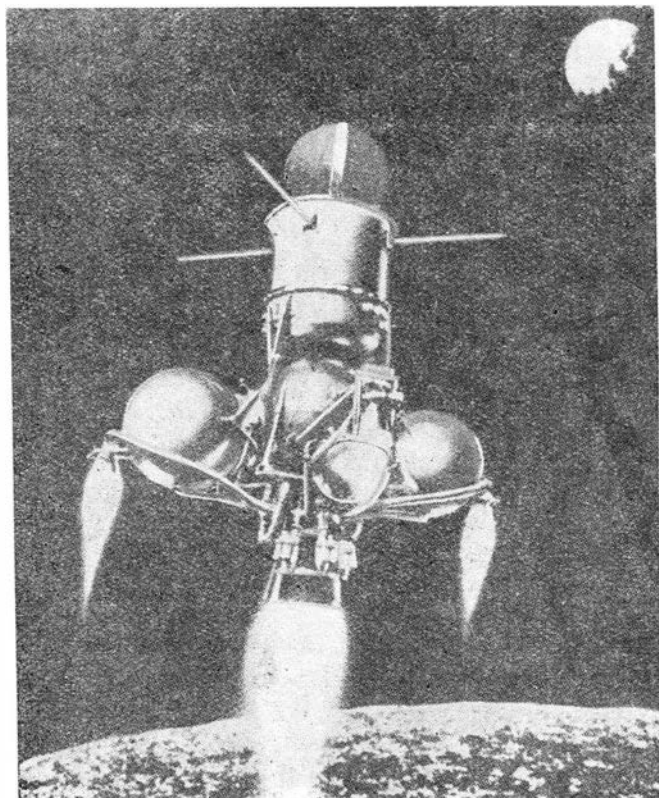
Okazało się, że grunt Księżyca w miejscu pobrania próbki (podobnie jak i w innych dotychczas badanych rejonach) miał postać ziarnistą i bardzo porowatą. Średnie rozmiary ziaren przy powierzchni (równe 0,07 mm) były przy tym mniejsze niż w głębi (0,12 mm).

Ziarna próbki nie były rozmieszczone luźno, ale miały tendencję do przylegania do siebie, w związku z czym oceniono, że kąt swobodnego zsuwu ma wartość aż 45° .

Średni ciężar właściwy próbki miał wartość zaledwie $1,2 \text{ G/cm}^3$, a nawet po silnym sprasowaniu wzrósł on tylko do $1,8 \text{ G/cm}^3$.

Próbka miała postać ciemnoszarego proszku. Jej kolor zmieniał się jednak zależnie od kierunku patrzenia na nią i zależnie od kierunku i natężenia oświe-

1. Start czlonu powrotnego „Łuny” 16 do bezpośredniego lotu na Ziemię. Na szczycie czlonu widoczny jest pojemnik zawierający próbkę gruntu księżycowego



tlenia. Przybierał on odcienie od brunatnego do zielonkawego. W bardzo dużych granicach zmieniał się także stopień odbijania promieniowania przez próbkę. Powodowały to właściwości optyczne powierzchni ziaren próbki.

Średnie albedo (zdolność odbijania promieni) miało wartość dla promieniowania podczerwonego $12,6\%$, widzialnego $10,7\%$ i nadfioletowego $8,6\%$, czyli było bardzo małe, ale nieco większe niż średnie albedo powierzchni Morza Żyzności równe dla promieniowania widzialnego 9% . Łatwo to jednak wyjaśnić tym, że próbka pochodziła z podpowierzchniowych warstw gruntu Księżyca.

W próbce wykryto bardzo różnorodne cząstki. Ogólnie rzecz biorąc, można je jednak było podzielić na dwa zasadnicze typy substancji, a mianowicie na ziarna:

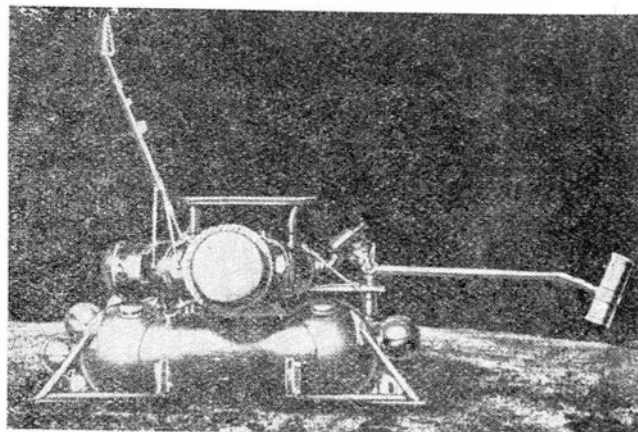
- 1) pierwotnych skał magmatycznych,
- 2) skał bądź zmetamorfizowanych na powierzchni Księżyca, bądź utworzonych na jego powierzchni przez oddziaływania metamorfizujące.

Jeżeli chodzi o pierwotne skały typu magmatycznego, to najobfitszym ich przedstawicielem był bazalt, zarówno drobno- i średnioziarnisty jak i gruboziarnisty — typu gabro. Głównymi minerałami były w nim przezroczyste kryształy skalenia; brunatne, czerwone lub czasem różowawe kryształy piroksenów; czarne — płytkowatego kształtu kryształy ilmenitu i kryształy oliwinu, szczególnie dobrze wykształcone w okazach typu gabro. Dodać należy, że okazy bazaltów wykryto tylko w gruboziarnistej frakcji próbki.

Uboższym przedstawicielem skał typu magmatycznego są okazy anortyzytów utworzone przede wszystkim ze skalenia i mające barwę białawą o różnych jednak odcieniach. Występują one tylko w gruboziarnistej frakcji próbki.

Powszechnie sądzi się, że okazy anortyzytów pochodzą z księżycowych lądów i zostały przerzucone

2. Pozostawiony na Księżycu czlon lądujący ze stożkową anteną (z lewej strony) i poziomo ustawionym wysięgnikiem z obsadą wiertła, za pomocą którego pobrano próbkę



W artykule opisano strukturę próbki dostarczonej przez „Łunę 16” i przedstawiono wyniki analizy jej składu chemicznego. Zwraca uwagę duże podobieństwo tej próbki do próbek przywiezionych z Księżyca przez astronautów z wyprawy „Apollo” 12 i to zarówno pod względem składu chemicznego, jak i struktury fizycznej oraz wieku.

Związek chemiczny	„Luna” 16		„Apollo” 12	
	Bazalt	Miał	Bazalt	Miał
SiO ₂	45,8%	41,7%	40%	42%
TiO ₂	4,9	3,39	3,7	3,1
Al ₂ O ₃	13,65	15,32	11,2	14
FeO	19,35	16,8	21,3	17
MgO	7,05	8,73	11,7	12
CaO	10,4	12,2	10,7	10
Na ₂ O	0,33	0,37	0,45	0,40
K ₂ O	0,15	0,10	0,065	0,18
MnO	0,2	0,21	0,26	0,25
Cr ₂ O ₃	0,28	0,31	0,55	0,41
ZrO ₂	0,04	0,015	0,023	0,09

z nich na morza przez wybuchy powodowane uderzeniami meteorytów.

Do skał pochodzenia magmatycznego można także zaliczyć nieregularne odłamki szkliv. Sądzi się bowiem, że mogą one być pochodzenia wulkanicznego. Dodać należy, że w próbce znajdują się też ziarna poszczególnych minerałów, szczególnie występujących w bazaltach. Różnią się one jednak często barwą i budową morfologiczną od minerałów w bazaltach.

Drugi zasadniczy typ materiału występującego w próbce składa się z brekcji, spieków, szlak i szkliv.

Brekcje stanowią zlepienie różnych ziarenek gruntu (regolitu) księżycowego. Występują one tylko w gruboziarnistej frakcji próbki i stanowią około 40% tej frakcji. Stopień zwartości różnych okazów brekcji jest przy tym różnorodny. Warto wspomnieć, że w brekcjach występuje sporo cząstek o właściwościach magnetycznych.

Spieki są pod względem budowy podobne do brekcji. Różnicę stanowi jednak inny rodzaj czynnika wiążącego ziarna regolitu ze sobą. Stanowiło go mianowicie nadtopienie ziaren na powierzchni. Spieki występują tylko w gruboziarnistej frakcji próbki i to zwłaszcza w jej przypowierzchniowej części.

Szlaki stanowią okazy mniej lub bardziej przetopionego gruntu księżycowego — niekiedy stopień przetopienia jest przy tym tak duży, że podobne się one stają do szkliv. Występują one we wszystkich frakcjach próbki, ale głównie w jej przypowierzchniowej części.

Szkliva mają postać obłych (bardzo często kulistych) ziarenek o barwie czarnej, brunatnej i zielonkawej. Występują one obficie we wszystkich frakcjach próbki, ale głównie we frakcji drobnoziarnistej.

Dodać należy, że w próbce występują jeszcze nieliczne obłe ziarenka metaliczne oraz że niektóre ziarna gruntu księżycowego pokryte są jakby glazurą — z jednej lub z kilku stron.

Sądzi się, że spieki, szlaki, szkliva i glazura powstają w wyniku uderzeń meteorytów w powierzchnię Księżyca. Zderzają się one bowiem z Księżycem z prędkościami kilkudziesięciu km/s, toteż w miejscu uderzonym powstają temperatury rzędu milionów stopni i ciśnienia kilku milionów kG/cm² (odpowiednio mniejsze w otoczeniu miejsca uderzonego). Dochodzi więc do przemiany gruntu w rejonie uderzonym (i samego meteorytu) w rozżarzoną plazmę, gaz i ciecz, a także w odłamki. Nie ma powodów do wątpiewania, że w trakcie tego mogą powstawać spieki, szlaki, szkliva i glazura.

Selenolodzy radzieccy od przeszło 20 lat z naciskiem zwracali uwagę, że w kształtowaniu się wierzchniej warstwy gruntu Księżyca istotną rolę muszą odgrywać uderzenia meteorytów (i inne oddziaływania z przestrzeni kosmicznej), twierdząc, iż w wyniku tego powstał grunt o specyficznej strukturze i rzeźbie. Mówiąc o strukturze gruntu Księżyca należy przypomnieć, że w jego kształtowaniu się istotną rolę odgrywają oczywiście także promieniowania jonizujące z przestrzeni kosmicznej. (Stwierdzono laboratoryjnie,

że promieniowania jonizujące o dużej energii powodują ciemnienie minerałów). Istotny jest też metamorfizujący wpływ dużych wahań temperatury.

Jeśli chodzi o pochodzenie glazury na niektórych okazach ziarna gruntu Księżyca trzeba wspomnieć, że prof. Thomas Gold wystąpił niedawno z hipotezą, iż mogła ona powstać w wyniku nadtopienia gruntu Księżyca przez rodzaj niezwykle silnego i gwałtownego „rozbłysku słonecznego”. Hipoteza ta została jednak zdyskwalifikowana przez heliofizyków. Jej wprowadzenie nie jest przy tym konieczne — powstawanie takiej glazury można bowiem wyjaśnić uderzeniami meteorytów — powstają wtedy rozbłyski promieniowania wysyłanego przez materię o temperaturze rzędu milionów stopni.

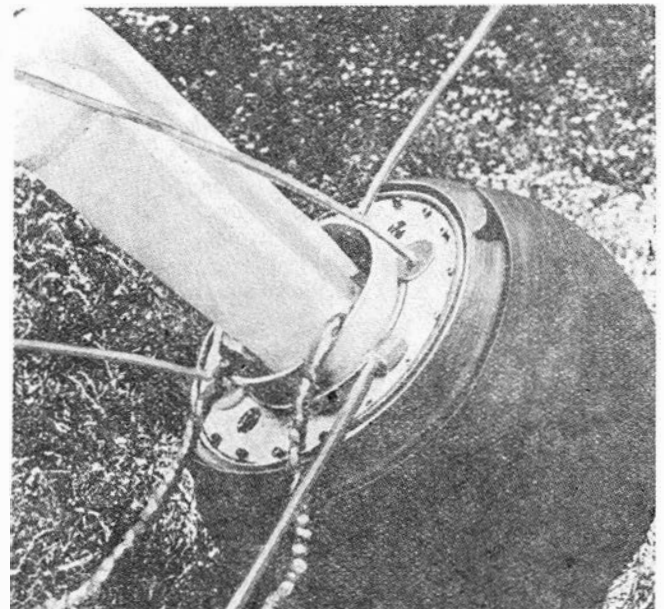
Naturalnie próbka gruntu poddana została nie tylko badaniom mineralogicznym i petrograficznym, ale też analizie chemicznej. Jej wynik podaje tablica zawierająca dla porównania także wynik analogicznej analizy próbek gruntu zebranych przez astronautów z wyprawy „Apollo” 12, którzy wylądowali na Oceanie Burz (Oceanus Procellarum).

Ogółem w próbce wykryto 70 pierwiastków chemicznych. Najobficiej z nich występującym, tak jak i w gruncie Ziemi, jest tlen, a najobficiej występującym: związkiem chemicznym, tak jak i w gruncie Ziemi, dwutlenek krzemu. Obfitość dwutlenku krzemu wyjaśnia zarazem pochodzenie ziarenek szkliva.

Należy zwrócić uwagę, że zespół badający próbkę gruntu Księżyca dostarczoną na Ziemię przez część powrotną sondę kosmicznej „Luna” 16 odkrył daleko idące podobieństwa do próbek zebranych przez astronautów z wyprawy „Apollo” 12. Obok ukazanego już podobieństwa składu chemicznego oceniono (na przykład (na podstawie badania stopnia poczerwienienia materiału próbek), że wiek obu próbek wynosi około 2 miliardy lat, czyli że powierzchnie Morza Żyzności i Oceanu Burz utworzyły się w epoce eratosteńskiej. (Zwrócono przy tym uwagę, iż miejsce lądowania „Luny” 16 było odległe od krateru Langrenus, będącego centrum okazałego systemu jasnych smug, mniej więcej o tyle, co miejsce lądowania wyprawy „Apollo” 12 od krateru Kopernik, stanowiącego centrum jeszcze bardziej okazałego systemu smug — oba lądowiska nie leżą jednak na jasnych smugach).

Na zakończenie warto wspomnieć, że uczeni radzieccy i amerykańscy doszli do porozumienia co do wymiaru pewnych ilości uzyskanych przez siebie próbek gruntu księżycowego.

3. Pojemnik członu powrotnego stosowany do prób na Ziemi. Nie znane jest przeznaczenie dwóch wystających z pojemnika cylindrycznych elementów, wiadomo jednak, że nie służą one do magazynowania próbek gruntu księżycowego.



ROZWAŻANIA NA TEMAT CELOWOŚCI ZASTOSOWANIA TURBINOWEGO SILNIKA ŚMIGŁOWEGO DO NAPĘDU SAMOŁOTU ROLNICZEGO

Artykuł stanowi próbę analizy możliwości i celowości zastosowania turbiniowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego o udźwigu chemikaliów 2000 kG. Omówiono w nim najważniejsze zagadnienia związane z zastosowaniem silnika turbiniowego do napędu samolotu rolniczego oraz sformułowano wymagania, jakim powinien odpowiadać silnik • takim przeznaczeniu.

Dotychczas nie ma typowego samolotu rolniczego napędzanego turbiniowym silnikiem śmigłowym. Można tu jedynie zarejestrować próby przystosowania samolotów wielozadaniowych z silnikami turbiniowymi do zadań rolniczych oraz zastąpienia silnikami turbiniowymi silników tłokowych na samolotach używanych jako samoloty rolnicze. Do pierwszej grupy należą samoloty Pilatus „Turbo-Porter” PC-6 z silnikiem UACL PT6A-20 i De Havilland DHC-2 „Turbo-Beaver” z silnikiem AiResearch TPE331, do drugiej — dwa samoloty Fletcher FU-24, jeden z silnikiem PT6A-20, drugi z silnikiem TPE331. Ponieważ jednak są to samoloty o udźwigu chemikaliów rzędu 1000 kG i mocy silnika rzędu 500 KM, nie wydaje się, aby mogły one znaleźć szersze zastosowanie. Należy bowiem pamiętać, że w zakresie mocy do 500 KM najbardziej ekonomiczny rodzaj napędu samolotów stanowi jak dotychczas silnik tłokowy, szczególnie jeżeli weźmie się pod uwagę silniki tłokowe najnowszej generacji (Lycoming i Continental) o ciężarze jednostkowym 0,45 kG/KM.

W związku z powyższym rozważania na temat celowości zastosowania turbiniowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego zostały przeprowadzone w odniesieniu do samolotu o udźwigu chemikaliów ok. 2000 kG i wynikającej stąd mocy silnika ok. 1200 KM, a więc samolotu klasy ewentualnego następcy samolotu An-2.

Poniżej przeanalizowano najważniejsze czynniki, które mogą decydować o przydatności turbiniowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego wspomnianej klasy. Są to:

- stopień wrażliwości silnika na zanieczyszczenia w strumieniu zasysanego powietrza;
- czas przyspieszania silnika;
- wpływ temperatury i ciśnienia otoczenia na moc silnika;
- ciężar silnika;
- jednostkowe zużycie paliwa przez silnik;
- wydajność samolotu;
- koszty eksploatacji samolotu;
- możliwości napędu przez silnik urządzeń rolniczych;
- margines bezpieczeństwa w przypadku wyłączenia się silnika;
- właściwości eksploatacyjne silnika i warunki pracy pilota.

1. Stopień wrażliwości silnika na zanieczyszczenia w strumieniu zasysanego powietrza

Jednym z najpoważniejszych problemów w eksploatacji samolotu rolniczego z turbiniowym silnikiem śmigłowym byłaby erozja, korozja, brudzenie się oraz

uszkodzenia łopatek sprężarki silnika wskutek zanieczyszczeń (np. piach, pyły, środki chemiczne) i większych ciał obcych w strumieniu powietrza zasysanego przez silnik [4].

Erozja łopatek powoduje spadek sprawności i sprężu sprężarki oraz spadek wydatku powietrza, wskutek czego zmniejsza się moc silnika, wzrasta jednostkowe zużycie paliwa i temperatura przed turbiną oraz zmniejsza się zapas statecznej pracy sprężarki (od którego zależy czas przyspieszania silnika). Spadek mocy silnika wskutek erozji sprężarki przy trwałości międzynaprawczej silnika 1000—2000 h może dochodzić do kilkunastu procent i więcej. Podobny jest wpływ zabrudzenia sprężarki, z tym że w czasie eksploatacji samolotu możliwe jest jej czyszczenie, co jest jednak kłopotliwe i wymaga specjalnych urządzeń.

Zabezpieczenie sprężarki przed erozją i korozją za pomocą warstw ochronnych jest rzeczą dosyć trudną. W USA stwierdzono doświadczalnie, że tworzywa sztuczne typu tworzyw epoksydowych, fenolowych, silikonowych, poliuretanowych itp. b. szybko zostają usunięte z powierzchni łopatek wskutek erozji [5]. Dostateczne zabezpieczenie stanowi jedynie pokrywanie łopatek chromem lub węglikiem wolframu; zabieg ten jest jednak b. kosztowny i nie chroni oczywiście sprężarki przed uszkodzeniami przez ciała obce i przed osadzaniem się na łopatkach zanieczyszczeń.

Najlepszym zabezpieczeniem sprężarki przed zanieczyszczeniami i ich skutkami wydaje się zastosowanie odpowiedniego układu sprężarki i specjalnego układu wlotowego. Stosunkowo odporna na erozję, uszkodzenia i zabrudzenie jest sprężarka mieszana o małej ilości stopni osiowych, jak np. sprężarka silników UACL PT6A, lub sprężarka czysto odśrodkowa, jak np. dwustopniowa sprężarka silników AiResearch TPE331 [6]. Przed dostawaniem się do sprężarki zanieczyszczeń (a także przed oblodzeniem) chroni w znacznym stopniu promieniowy, zwrotny układ wlotowy, który zastosowany został na silnikach PT6A [7, 8]. We wlocie tego typu następuje bezwładnościowe wytrącanie zanieczyszczeń; przed większymi ciałami obcymi zabezpiecza siatka ochronna, która poza tym wyrównuje pole prędkości przed sprężarką (ważne ze względu na zapas statecznej pracy).

Niezależnie od tego może się okazać celowe zastosowanie w układzie wlotowym — zamiast siatki ochronnej — filtru powietrza. Oczywiście, opracowanie ta-

kiego filtra dla silnika turbinowego jest znacznie trudniejsze niż w przypadku silnika tłokowego ze względu na stosunkowo duży wydatek powietrza. Należy pamiętać, że filtr powietrza, przy dostatecznej skuteczności filtracji, nie może powodować zbyt dużych strat ciśnienia i nie może wymagać częstej wymiany. Jak dotychczas filtry powietrza silników turbinowych zastosowano tylko na dwóch śmigłowcach. Boeing Vertol CH-46 i Sikorsky CH-53, przeznaczonych do działań w Wietnamie.

2. Czas przyspieszania silnika

Zagadnienie czasu przyspieszania silnika samolotu rolniczego należy rozpatrzyć oddzielnie dla dwóch faz lotu: dla udaremnionego lądowania i dla wyrwania przed przeszkodą.

a) udaremnione lądowanie

W związku z tym, że samoloty rolnicze operują przeważnie z lądowisk prowizorycznych, przygotowanych do sezonowych lotów rolniczych, a nierzadko pewne prace wykonują z terenów przygodnych, stawia się przed nimi wymagania krótkiego startu i lądowania. Z tego powodu wymagania określone w przepisach lotniczych dla przypadku udaremnionego lądowania powinny być w odniesieniu do samolotów rolniczych zaostrzone.

Przepisy BCAR K2 Sekcja 4 wymagają, aby czas od chwili podjęcia decyzji zaniechania lądowania do chwili osiągnięcia minimalnego wymaganego gradientu wznoszenia wynoszącego 3,2% nie przekraczał 5 s, przy czym przyjmuje się, że w czasie podchodzenia do lądowania silnik pracował na biegu jałowym. Ponieważ jest to czas potrzebny do uzyskania efektów wznoszenia od chwili podjęcia decyzji, czas przyspieszania silnika powinien być odpowiednio krótszy. Opierając się na doświadczeniach z zakresu techniki pilotażu samolotów rolniczych można postawić wymaganie, aby czas przyspieszania silnika od warunków biegu jałowego do mocy startowej nie przekraczał 3 s.

b) wyrwanie przed przeszkodą

Charakter pracy samolotów rolniczych stwarza liczne możliwości napotkania przeszkody w małej odległości. Dla dokonania manewru ominięcia małych i średnich przeszkód całkowicie wystarcza zapas prędkości w locie roboczym bez potrzeby zwiększania mocy silnika. Natomiast w przypadku napotkania większej przeszkody terenowej istotną rolę odgrywa — przy założeniu dobrych osiągnięć samolotu — czas przyspieszania silnika.

Loty robocze wykonywane są na ok. 75% N_{max} . W przypadku spełniania przez silnik wymagań dotyczących przyspieszania przy udaremnionym lądowaniu zapewnione są również odpowiednio krótkie czasy przyspieszania od warunków lotu roboczego do mocy startowej, które są możliwe do przyjęcia ze względów bezpieczeństwa i które można ocenić na 1,0—1,5 s.

Warto tu przypomnieć, że czas przyspieszania silników turbinowych zależy od zapasu statecznej pracy sprężarki i od jej sprawności, od zastosowanych urządzeń przeciwpompażowych oraz od bezwładności ze-

społu wirującego sprężarka-turbina*). Z tego powodu korzystne są sprężarki mieszane o niewielkiej ilości stopni osiowych, o stosunkowo niedużym udziale pracy części osiowej w ogólnej pracy sprężarki i o umiarkowanym sprężu rzędu 6:1, a także sprężarki czysto odśrodkowe. W przypadku silników jednowałowych można uzyskać znacznie krótsze czasy przejścia od warunków biegu jałowego do mocy startowej niż w przypadku silników dwuwałowych, tj. silników z oddzielną turbiną napędową, ponieważ pozwalają one na utrzymywanie stałej prędkości obrotowej sprężarki we wszystkich warunkach lotu łącznie z warunkami podchodzenia do lądowania.

Wśród istniejących silników dwuwałowych przytoczone pod a) i b) wymagania spełnia silnik PT6A, którego czas przyspieszania od biegu jałowego do warunków startowych wynosi 2,5 s, a od warunków podchodzenia do warunków startowych — 1 s. Jednowałowy silnik TPE331 osiąga moc startową w ciągu ok. 0,3 s. Dla porównania należy podać, że czas przyspieszania od biegu jałowego do warunków startowych silników tłokowych wynosi ok. 1 s.

3. Wpływ temperatury i ciśnienia otoczenia na moc silnika

Poważną wadą turbinowych silników śmigłowych jest ich duży spadek mocy ze wzrostem temperatury otoczenia. Można przyjąć, że w zakresie temperatury otoczenia od 15°C do 45°C spadek mocy silników dwuwałowych wynosi średnio ok. 7%, a silników jednowałowych dochodzi nawet do 10% na każde 10°C temperatury otoczenia. Natomiast w przypadku silników tłokowych spadek ten nie przekracza 2%, przy czym może on być w ogóle zlikwidowany, gdy silnik jest zaopatrzony w doładowarkę.

W związku z dużym spadkiem mocy silników turbinowych ze wzrostem temperatury otoczenia stosuje się w niektórych z nich taki sposób regulacji wydatku paliwa, który zapewni stałą moc w pewnym zakresie temperatury otoczenia — przeważnie do ok. 25°C. Wymaga to jednak ograniczenia parametrów silnika, przede wszystkim temperatury przed turbiną, w warunkach obliczeniowych, tj. geometrycznego przewymiarowania silnika.

Wpływ ciśnienia otoczenia na moc silnika turbinowego i silnika tłokowego bez doładowania, w zakresie zmian ciśnienia spotykanych na ziemi, jest w przybliżeniu taki sam.

Znaczny spadek mocy silnika turbinowego ze wzrostem temperatury otoczenia wymaga instalowania na samolocie z napędem turbinowym silnika o mocy o 10—15% większej w porównaniu z samolotem o napędzie tłokowym, oczywiście w przypadku jednakowego ciężaru całkowitego obu samolotów.

4. Ciężar silnika

Niewątpliwą zaletą turbinowych silników śmigłowych w porównaniu z silnikami tłokowymi jest ich znacznie mniejszy ciężar. Ciężar silnika turbinowego o mocy ok. 1200 KM z kompletnym wyposażeniem oraz z chłodnicą oleju, przegrodą ogniową i osłonami

*) Zależy także od prędkości obrotowej biegu jałowego, która jednak powinna być utrzymana na możliwie niskim poziomie — ok. 40% n_{max} (przy p. autora).

można szacować średnio na ok. 300 kG, podczas gdy ciężar silnika tłokowego o zbliżonej mocy wynosi ok. 680 kG. Należy jednak od razu zauważyć, że analizując zagadnienie ciężaru silnika nieodzowne jest rozpatrywanie go łącznie z ciężarem zabieranego zapasu paliwa, który zależy od jednostkowego zużycia paliwa przez silnik w różnych warunkach jego pracy.

5. Jednostkowe zużycie paliwa przez silnik

W warunkach startowych jednostkowe zużycie paliwa turbinowych silników śmigłowych o średniej mocy jest porównywalne z jednostkowym zużyciem paliwa przeciętnych silników tłokowych. Jednak podczas gdy dla silników turbinowych warunki startowe oznaczają minimalną wartość jednostkowego zużycia paliwa (przeciętnie 0,270—0,290 kG/KMh), to silniki tłokowe osiągają minimum zużycia paliwa w przelotowych warunkach pracy (przeciętnie 0,230—0,250 kG/KMh). Jednostkowe zużycie paliwa silników turbinowych w przelotowych warunkach pracy przekracza na ogół 0,300 kG/KMh i szybko wzrasta przy dalszym zmniejszaniu mocy dochodząc do 1,0 kG/KMh i więcej na biegu jałowym. Natomiast w przypadku silników tłokowych zmniejszanie mocy poniżej tej, która odpowiada warunkom przelotowym, powoduje tylko niewielki wzrost jednostkowego zużycia paliwa. Na jednostkowe zużycie paliwa turbinowych silników śmigłowych korzystnie wpływa wzrost prędkości i wysokości lotu, jednak w przypadku samolotu rolniczego czynnik ten nie ma większego znaczenia. Wskazane w przypadku samolotu rolniczego zainstalowanie na wlocie silnika turbinowego filtra powietrza zwiększyłoby jeszcze bardziej jego jednostkowe zużycie paliwa.

W sposób orientacyjny można oszacować, że samolot rolniczy z silnikiem turbinowym zużywałby w cyklu operacyjnym o ok. 30% więcej paliwa niż samolot z silnikiem tłokowym.

6. Wydajność samolotu

Zastosowanie turbinowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego zwiększa jego wydajność w porównaniu z samolotem tłokowym. Ocenę wzrostu wydajności samolotu z silnikiem turbinowym można sprowadzić do porównania udźwigu chemikaliów obu rodzajów samolotów przez przyjęcie następujących założeń, które znajdują zresztą uzasadnienie w praktyce agrolotniczej:

a) prędkości dolotu i prędkości robocze samolotu z silnikiem turbinowym i samolotu z silnikiem tłokowym są jednakowe

b) wzrost czasu załadowania zwiększonej ilości chemikaliów samolotu z silnikiem turbinowym jest kompensowany skróconym do minimum czasem podgrzewania przed startem silnika turbinowego w porównaniu z silnikiem tłokowym (nawet w warunkach wysokiej temperatury otoczenia i w przypadku niewyłączania silnika w czasie załadunku samolotu)

c) ilość paliwa w zbiornikach wystarcza na 1,5 godziny operowania samolotu bez względu na rodzaj zastosowanego silnika, co umożliwia wykonanie średnio czterech lotów operacyjnych z pozostawieniem półgodzinnej rezerwy paliwa. Ma to na celu uniknięcie zbyt częstego dopełniania zbiorników ze względu na dostawanie się zanieczyszczeń do instalacji paliwowej i ze względu na koszty obsługi samolotu.

Przy ocenie udźwigu chemikaliów samolotu z silnikiem turbinowym w porównaniu z samolotem z silnikiem tłokowym należy brać pod uwagę różnicę w ciężarze obu rodzajów silników i różnicę w ciężarze zapasu paliwa zabieranego przez oba samoloty.

Jak wynika z rozdziału 4, różnica w ciężarze silników wynosi ok. 380 kG. Jeżeli chodzi o różnicę w ciężarze zapasu paliwa, to uwzględniając, że średnio w cyklu operacyjnym zużycie paliwa przez silnik turbinowy jest o ok. 30% większe od zużycia paliwa przez silnik tłokowy (patrz rozdział 5) oraz oceniając zużycie paliwa przez silnik tłokowy o mocy ok. 1200 KM na 360 kG w ciągu 1,5 godziny operowania samolotu otrzymuje się, że samolot z silnikiem turbinowym musiałby zabierać o ok. 110 kG paliwa więcej. Wynika stąd, że przyrost ilości chemikaliów uzyskany dzięki zastosowaniu silnika turbinowego wyniósłby ok. 270 kG, co odpowiada w przypadku rozpatrywanej klasy samolotu wzrostowi wydajności samolotu o ok. 13%.

7. Koszty eksploatacji samolotu

Przy rozważaniu kosztów eksploatacji samolotu rolniczego z silnikiem turbinowym w porównaniu do samolotu z silnikiem tłokowym należy uwzględnić — poza omówioną już wydajnością samolotu — następujące czynniki:

- koszt paliwa i oleju
- koszt obsługi silnika
- trwałość międzynaprawczą silnika
- koszt napraw głównych silnika
- cenę silnika.

Mimo większego zużycia paliwa przez silnik turbinowy koszty paliwa w przypadku samolotu z silnikiem turbinowym kształtowałyby się korzystniej niż w przypadku samolotu z silnikiem tłokowym, a to dzięki niższej cenie nafty lotniczej w porównaniu z ceną benzyny. Dochodzi do tego jeszcze 10—15-krotnie mniejsze zużycie oleju przez silnik turbinowy (w konkretnym przypadku 0,4—0,5 kG/h dla silnika turbinowego i ok. 5 kG/h dla silnika tłokowego). W przybliżeniu można ocenić, że koszty paliwa i oleju dla samolotu z silnikiem turbinowym byłyby o ok. 40% niższe od kosztów paliwa i oleju dla samolotu z silnikiem tłokowym.

Koszty obsługi zachodnich turbinowych silników śmigłowych są niższe od kosztów obsługi silników tłokowych, co wynika bezpośrednio z mniejszej w przypadku silników turbinowych ilości minut obsługi przypadających na jedną godzinę lotu. Na przykład silnik UACL PT6A wymaga 6,34 min. prac obsługowych (planowanych i nie przewidzianych) na jedną godzinę lotu w przypadku 480 h eksploatacji w ciągu roku i wykonywaniu napraw głównych co 2100 h. Natomiast dla silnika tłokowego ASz-82 czas obsługi wynosi 18,8 min. na godzinę lotu. Oczywiście, są to przykłady dosyć skrajne, przeciętnie różnice czasów obsługi obu rodzajów silników nie są tak duże.

Trwałość międzynaprawczą silników turbinowych (zachodnich) o średniej mocy wynosi przeciętnie 2000 h, dochodząc sporadycznie do 3000 h, i jest raczej porównywalna z trwałością silników tłokowych. Koszty głównych napraw silników turbinowych są wyższe od kosztów głównych napraw silników tłokowych.

kowych; wydaje się, że różnica kosztów może przekraczać 100%.

Również wyższe są ceny silników turbinowych. Na Zachodzie turbinowe silniki śmigłowe są ponad trzykrotnie droższe od silników tłokowych. I tak, dwuwałowy silnik turbinowy o mocy 1200 KM kosztuje 70—80 tys. dol., podczas gdy gwiazdowy silnik tłokowy o tej samej mocy — niewiele ponad 20 tys. dol.

Ponieważ w przypadku użytkowania samolotu przez 300—500 h w ciągu roku — tak jak to ma miejsce w praktyce agrolotniczej* — koszty paliwa i oleju wynoszą tylko 5—8% ogólnych kosztów eksploatacyjnych oraz ponieważ zwiększenie wydajności samolotu rolniczego dzięki zastosowaniu silnika turbinowego nie jest duże, o ekonomii eksploatacji samolotu turbinowego w porównaniu z silnikiem tłokowym będzie decydować przede wszystkim cena silnika (amortyzacja), a w następnej kolejności koszty jego napraw głównych i koszty obsługi. Z tego powodu można przewidywać, że samolot rolniczy z silnikiem turbinowym byłby mniej ekonomiczny od samolotu z silnikiem tłokowym. Wniosek taki potwierdzają m. in. wyniki eksploatacyjne samolotu Pilatus „Turbo-Porter” (jakkolwiek nie w wersji rolniczej, na temat której brak jest danych).

8. Możliwości napędu przez silnik urządzeń rolniczych

Turbinowy silnik śmigłowy umożliwia napęd urządzeń rolniczych powietrzem z upustu sprężarki, dzięki czemu można uniknąć stosowania zewnętrznych powietrznych urządzeń napędowych, jak np. wiatrak, turbina powietrzna czy skrzydło rozpylające, które zwiększają opór szkodliwy samolotu, lub napędu mechanicznego przez silnik. Jednak ze względów gazodynamicznych (wzrost temperatury przed turbiną, spadek sprężu i sprawności sprężarki) wydatek powietrza z upustu sprężarki nie może przekraczać ok. 5% całkowitego wydatku powietrza przez sprężarkę. Wydatek taki nie wystarcza do ciśnieniowego transportu chemikaliów — systemu, który może znaleźć zastosowanie w przyszłych samolotach rolniczych ze względu na takie jego zalety, jak duża równomierność rozpylania chemikaliów pozwalająca na zwiększenie wysokości lotu roboczego (zwiększenie bezpieczeństwa) i duża szerokość pasma opylania (opryskiwanie) zwiększająca wydajność samolotu. Konieczne jest zastosowanie w takim przypadku specjalnej sprężarki napędzanej przez silnik i pobierającej moc rzędu 300 KM. Również przy ciśnieniowym napędzie urządzeń rolniczych silnik turbinowy wykazuje wyższą nad silnikiem tłokowym umożliwiając — dzięki większej prędkości obrotowej — prostsze rozwiązanie napędu sprężarki.

Dodatkowego omówienia wymaga tu zagadnienie włączania i wyłączania ciśnieniowego systemu napędu urządzeń rolniczych w powiązaniu z techniką pilotażu w cyklu operacyjnym.

Przyjmuje ona, że zarówno zejście do lotu roboczego, jak i lot roboczy są w zasadzie wykonywane przy stałych parametrach pracy silnika, odpowiadających poziomemu lotowi roboczemu. Utrzymywanie stałych parametrów pracy silnika w cyklu operacyjnym po-

ważnie zmniejsza czynności pilota związane z ustalaniem parametrów lotu po wykonaniu zakrętu podczas zejścia, co jest tym ważniejsze, że czas jednego zejścia wynosi tylko 8—12 s. Stasunkowo krótki czas zejścia, podyktowany względami ekonomicznymi, wystarczy jedynie na prawidłowe podejście do ścieżki, ustalenie wysokości i otwarcie zaworu chemikaliów na progu pola. W samym locie roboczym pozostają do wykonania tylko czynności związane z dokładnością zabiegu rolniczego. W związku z tym włączenie sprężarki napędu urządzeń rolniczych powinno następować przed początkiem cyklu operacyjnego, tj. w czasie dolotu do pola na większej wysokości. Włączenie sprężarki powinno odbywać się płynnie i w krótkim czasie, tak aby pilot mógł szybko ustalić moc silnika przed rozpoczęciem cyklu operacyjnego. Ponieważ moc silnika, ustalona w czasie dolotu, nie powinna ulegać żadnym zmianom wskutek otwarcia zaworu chemikaliów na progu pola i zamknięcia go po zakończeniu lotu roboczego, konieczne jest stosowanie urządzenia, które zapewniałoby pobór stałej mocy przez sprężarkę. Może to być np. dławnica zainstalowana za sprężarką i sterowana automatycznie przez czujnik stosunku ciśnień za i przed sprężarką lub urządzenie włączone do układu zasilania i utrzymujące stałą moc na wale śmigła niezależnie od poboru mocy przez sprężarkę.

Warto tu zauważyć, że w przypadku zastosowania ciśnieniowego transportu chemikaliów korzystny byłby silnik turbinowy z systemem sterowania mocą (zwanym również sterowaniem beta). Taki system sterowania utrzymywałby stałą moc na wale śmigła niezależnie od mocy pobieranej do napędu sprężarki urządzeń rolniczych. Byłby on również korzystny ze względu na jego stabilizujące oddziaływanie na prędkość w locie poziomym oraz ze względu na szybszą reakcję samolotu w fazie podchodzenia do lądowania [9].

9. Margines bezpieczeństwa w przypadku wyłączenia się silnika

Największy margines bezpieczeństwa w przypadku wyłączenia się silnika na małej wysokości, np. w czasie lotu roboczego, zapewnia turbinowy silnik dwuwałowy (z oddzielną turbiną napędową). Wynika to z braku mechanicznego połączenia między wałem śmigła a wytwornicą silnika, dzięki czemu w locie bezsilnikowym śmigło pobiera małą energię na „wiatrakowanie”, a tym samym wytwarza mały opór. Zmniejsza to niebezpieczeństwo „przepadnięcia” samolotu w przypadku wyłączenia się silnika, bez potrzeby przestawiania śmigła w chorągiewkę (co wymaga pewnego czasu nawet mimo zautomatyzowania tej czynności), i ułatwia przymusowe lądowanie. Jeszcze jaskrawiej występuje ta cecha dwuwałowego silnika turbinowego w przypadku samolotu dwusilnikowego, zabezpieczając przed powstaniem, w razie wyłączenia się jednego z silników, gwałtownego momentu względem pionowej osi samolotu.

Turbinowy silnik jednowałowy jest pod tym względem znacznie mniej korzystny od silnika dwuwałowego i wymaga specjalnych urządzeń (m. in. momentomierza w przekładni śmigła) ustawiających śmigło w chorągiewkę w przypadku wyłączenia się silnika, na co jednak w locie na małej wysokości może nie wystarczyć czasu.

* W Polsce znacznie mniej — ok. 150 h (przyp. autora).

10. Właściwości eksploatacyjne silnika i warunki pracy pilota

W przeprowadzonych rozważaniach nie można pominąć następujących zalet turbinowych silników śmigłowych w zastosowaniu do napędu samolotu rolniczego:

- silniki turbinowe są uważane za bardziej niezawodne od silników tłokowych, co nabiera szczególnego znaczenia w przypadku samolotów rolniczych użytkowanych na terenach odległych od baz technicznych;
- użytkowanie silników turbinowych w różnych strefach klimatycznych jest łatwiejsze, gdyż nie wymagają one specjalnego dostosowywania układu chłodzenia;
- silniki turbinowe mogą pracować na wielu rodzajach ropy naftowej i na gazolinie lotniczej;
- sterowanie silnikiem turbinowym przez pilota jest łatwiejsze, ponieważ silnik ten nie wymaga regulacji intensywności chłodzenia; prostsza jest również kontrola jego pracy przed startem;
- silniki turbinowe nie wymagają dłuższego podgrzewania przed startem, w przeciwieństwie do silników tłokowych, które muszą być podgrzewane nawet wówczas, gdy pracowały na biegu jałowym;
- silniki turbinowe powodują mniejsze drgania i hałas, co wywołuje mniejsze zmęczenie pilota, który dzięki temu może wykonywać swe zadania dokładniej i bezpieczniej;
- upust powietrza ze sprężarki silnika turbinowego zapewnia możliwość wentylacji kabiny przy nadciśnieniu, co zabezpiecza przed dostawaniem się do kabiny chemikaliów.

Natomiast jako niekorzystną cechę eksploatacyjną silników turbinowych należy wymienić stosunkowo dużą moc potrzebną do ich rozruchu. Mianowicie silnik dwuwałowy o mocy ok. 1200 KM wymaga rozrusznika o mocy ok. 4 kW, a silnik jednowałowy musi być wyposażony w rozrusznik o mocy ok. 6 kW. W porównaniu z mocą rozrusznika (bezwładnościowego) silnika tłokowego o porównywalnej mocy wynoszącej ok. 1,5 kW. Powoduje to oczywiście konieczność stosowania większych i cięższych akumulatorów. W związku z większym zapotrzebowaniem energii do rozruchu silników turbinowych należałoby unikać częstego wyłączenia silnika, np. w czasie załadunku samolotu chemikaliami, jakkolwiek z drugiej strony wyłączenie silnika byłoby pożądane ze względu na duże zużycie paliwa przez silniki turbinowe na biegu jałowym.



Z przeprowadzonych rozważań wynika, że turbinowy silnik śmigłowy w zastosowaniu do napędu samolotu rolniczego, o udźwigu ok. 2000 kG, wykazuje w porównaniu z silnikiem tłokowym wiele dodatnich cech użytkowych i umożliwia pewne zwiększenie wydajności samolotu, może jednak stwarzać poważne problemy związane z zasysaniem zanieczyszczeń oraz z dłuższym czasem przyspieszania, a także jest mniej korzystny pod względem kosztów eksploatacji.

Przeprowadzone rozważania umożliwiają również próbę określenia wymagań, jakie należałoby postawić przed turbinowym silnikiem śmigłowym przeznaczonym do napędu samolotu rolniczego.

Zaczynając od ogólnego układu silnika należałoby wymagać, aby był to silnik dwuwałowy, pod warunkiem jednak, że jego czas przyspieszania od biegu

jałowego do mocy startowej nie przekraczałaby 3 s. Za układem dwuwałowym przemawia większy margines bezpieczeństwa w przypadku wyłączenia się silnika na małej wysokości lotu, prostszy układ sterowania śmigłem (brak urządzenia do przestawiania śmigła w chorągiewkę i do zmiany skoku w czasie rozruchu silnika), mniejszy spadek mocy ze wzrostem temperatury otoczenia, mniejsza moc potrzebna do rozruchu, co jest również korzystne ze względu na ciężar wyposażenia silnika i samolotu (wynikającą stąd różnicę w ciężarze w porównaniu z silnikiem jednowałowym można oceniać na ok. 30 kG) i mniejszą prędkość obrotową biegu jałowego, z czym wiąże się mniejsze zużycie paliwa. Poza tym silnik dwuwałowy pozwala na kołowanie i postój, z włączonym silnikiem, przy małej prędkości obrotowej śmigła, co zmniejsza zapylenie powietrza na lądowisku, zmniejsza erozję łopat śmigła, obniża poziom hałasu i ułatwia prace przy samolocie.

Układ dwuwałowy wymaga, ze względu na prostotę konstrukcji, odwróconej zabudowy silnika, tj. zabudowy turbiną napędową do przodu. Ułatwia to wyprowadzenie napędu na śmigło bez potrzeby stosowania współśrodkowego wału wewnętrznego lub wału zewnętrznego.

Z odwróconej zabudowy silnika wynika konieczność zastosowania promieniowego, zwrotnego układu wlotowego. Układ taki zapewnia bezwładnościowe oddzielanie części zanieczyszczeń z zasysanego powietrza i ułatwia zabudowę filtra powietrza, który może być umieszczony na obwodzie wlotu, może więc mieć dużą powierzchnię i powodować dzięki temu mniejsze straty ciśnienia. Na ścianie czołowej wlotu powinna być zabudowana skrzynka napędów wraz z głównymi agregatami wyposażenia silnika. Taka zabudowa skrzynki i osprzętu upraszcza wyprowadzenie napędu do skrzynki i ułatwia dostęp do agregatów.

Sprężarka silnika powinna być typu mieszanego o niewielkiej ilości stopni osiowych (najwyżej 3), lub ewentualnie czysto odśrodkowa, o sprężu rzędu 6:1. Zapewnia to prostotę konstrukcji, mniejszą wrażliwość na zanieczyszczenia i erozję, większy zapas statecznej pracy i mniejszy moment bezwładności.

Ze względu na prostotę konstrukcji obie turbiny — turbina wytwornicy i turbina napędowa — powinny być jednostopniowe. Temperatura przed turbiną powinna być umiarkowana (ok. 900°C), aby możliwe było osiągnięcie odpowiedniej trwałości międzyprawczej silnika — przynajmniej 2000 h — i niezawodności pracy.

Jeżeli chodzi o układ sterowania silnika, to wydaje się celowe zastosowanie systemu sterowania mocą, gdyż pozwala on utrzymywać stałą moc na wałe śmigła niezależnie od zmian zapotrzebowania mocy przez sprężarkę urządzeń rolniczych (w przypadku ciśnieniowego transportu chemikaliów), a poza tym poprawia własności pilotażowe samolotu.

Silnik powinien mieć możliwie małą prędkość obrotową biegu jałowego, a to zarówno ze względu na zużycie paliwa, jak i ze względu na łatwość wykonywania prac przy samolocie z pracującym silnikiem, np. w czasie ładowania chemikaliów.

ROZWÓJ RUCHU EKSPLOATACYJNEGO

W artykule przedstawiono historię ruchu eksploatacyjnego, jego dotychczasowe wyniki oraz wskazano kierunki dalszego rozwoju.

Minęło 5 lat od założenia środowiskowego Zespołu Teorii Eksploatacji. Powstał on w roku 1965, po I Sympozjum Eksploatacji Maszyn i Urządzeń Mechanicznych, przy Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

Od tego czasu rozwój zarówno badań eksploatacyjnych, jak i instytucji, które je prowadzą, poczynił znaczne postępy i dziś możemy już mówić o istnieniu w Polsce krajowego ruchu eksploatacyjnego. Pod pojęciem tego ruchu będziemy rozumieć działanie ludzi i instytucji w zakresie badań i wdrożeń nowoczesnych metod eksploatacji maszyn i urządzeń w gospodarce narodowej oraz w wojsku.

Ruch eksploatacyjny w Polsce został zapoczątkowany w latach pięćdziesiątych, kiedy to uzmysłowiono sobie wyraźnie sens i potrzebę prowadzenia działalności naukowej w zakresie eksploatacji oraz podjęto działalność publikacyjną (głównie z zakresu tarcia, zużycia i smarowania). Już w latach 1954—1959 działała Komisja Remontowa SIMP, która w roku 1959 przekształciła się w Sekcję Eksploatacji Maszyn i Urządzeń Technicznych SIMP.

Aspektami naukowymi problematyki eksploatacyjnej zajmowali się w tym okresie poszczególni ludzie i tylko niektóre większe komórki organizacyjne przynależne profesjonalnie do różnych instytucji. Pojawiły się wówczas pierwsze programy działania, wycinkowe badania problemów eksploatacyjnych oraz pierwsze prace doktorskie z tego zakresu.

Dopiero w latach sześćdziesiątych rozpoczęła się szersza działalność zorganizowana na świadomie wybranym kierunku naukowych badań eksploatacyjnych i ich zastosowań. Prowadzono wówczas prace nad porządkowaniem problematyki eksploatacyjnej i systematyczne studia wybranych problemów. Prace te dotyczyły głównie problemów tarcia, zużycia i smarowania oraz problemów niezawodności urządzeń elektronicznych. Ten nurt badań przeniesiony do naszego kraju z krajów anglosaskich oraz ze Związku Radzieckiego został wzbogacony o nowe zagadnienia, którym nadano początkowo nazwę *Eksploatacji Ogólnej*. Nurt ten w całości wykształcił się w naukowych instytucjach wojskowych i był naceLOWany przede wszystkim na rozwiązywanie problemów eksploatacji urządzeń wojskowych.

Właśnie wojsko, dla którego podstawowe problemy — to eksploatacja posiadanego sprzętu — stało się inicjatorem naukowych problemów eksploatacyjnych. Zaś Wojskowa Akademia Techniczna, kształcąca ka-

dry inżynierów wojskowych przede wszystkim dla potrzeb eksploatacji sprzętu, odegrała w dziele naukowych badań eksploatacyjnych trudną a zarazem zaszczytną pionierską rolę w naszym kraju.

Od samego początku wspólnie z WAT podjęły to doniosłe dzieło Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych oraz Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej. Dużą rolę w tym początkowym okresie odegrało również Studium Eksploatacji Wyższej Szkoły Marynarki Wojennej.

W omawianym okresie w samej tylko Wojskowej Akademii Technicznej obroniono prace doktorskie, habilitacyjne i prace magisterskie z zakresu problematyki eksploatacyjnej. Ponadto wydano 10 skryptów, 5 książek oraz przygotowano do druku 5 dalszych publikacji i zainicjowano edycję serii eksploatacyjnej w ramach biblioteki inżyniera wojskowego.

Powstały w tym czasie Zespół Teorii Eksploatacji, do ukształtowania którego przyczynili się doc. mgr inż. Władysław Żelazowski, doc. dr inż. Stanisław Piasecki (obecny kierownik ZTE), dr hab. inż. Janusz Janecki, dr inż. Eugeniusz Olearczuk, dr fil. mgr inż. Józef Konieczny, a spoza wojskowych służb technicznych doc. dr hab. inż. Włodzimierz Bojarski, doc. dr inż. Jędrzej Mazuś, mgr inż. Marian Kwiatkowski i inni, nawiązał współpracę z innymi organizacjami i placówkami. Dzięki temu ZTE skupił kilkudziesięciu przedstawicieli zarówno instytucji wojskowych, jak również cywilnych, oddanych sprawie naukowego ruchu eksploatacyjnego.

Udało się w tym czasie zorganizować sympozja krajowe poświęcone problemom eksploatacji urządzeń. Pierwsze sympozjum odbyło się w roku 1965 w Żegiestowie. Jego organizatorem była WAT, a szczególnie aktywną rolę odegrali tutaj płk. dr hab. inż. Janusz Janecki oraz płk. doc. dr inż. Michał Hebda. Drugie krajowe sympozjum zostało zorganizowane w roku 1969 w Poznaniu przez Naczelną Organizację Techniczną, Wojskową Akademię Techniczną oraz Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych. Szczególnie aktywną rolę odegrali tutaj doc. dr inż. Stanisław Piasecki, doc. dr hab. inż. Michał Hebda, mgr inż. Mieczysław Sikorski oraz dr inż. Eugeniusz Olearczuk.

Obok tego głównego nurtu, który w zasadzie się skupił na terenie WAT, wiele osób uczestniczyło w innych kierunkach badań naukowych problematyki eksploatacyjnej. Z ważniejszych wymienimy tutaj: Zespół Tarcia, Zużycia i Smarowania przy Komitecie Budowy Maszyn PAN, gdzie bardzo istotną rolę odegrał i odgrywa nadal doc. dr hab. Michał Hebda oraz grupa działająca przy Instytucie Matematycznym PAN, w której czołową rolę odgrywa dr inż. Roman

*) Referat wygłoszony 25 września 1970 roku na jubileuszowym XLII spotkaniu Zespołu Teorii Eksploatacji przy Wojskowej Akademii Technicznej z okazji pięciolecia powstania tego zespołu.

Kulesza. W kalendarzu lat sześćdziesiątych można więc wyróżnić następujące wydarzenia:

- 1962 — pierwsza krajowa narada problemowa nt.: *Rola i metody badań warstwy wierzchniej*,
— rozpoczęcie wykładów nt.: *Eksploatacja ogólna w WAT*,
- 1964 — powstanie Zespołu Tarcia, Zużycia i Smarowania PAN,
- 1965 — pierwsze Sympozjum Eksploatacji Maszyn i Urządzeń Mechanicznych,
— wydanie skryptu nt.: *Eksploatacja ogólna*,
— powstanie Zespołu Teorii Eksploatacji przy WAT,
- 1967 — wydanie pierwszego zeszytu Prac Zespołu Teorii Eksploatacji,
- 1969 — Drugie Sympozjum Eksploatacji Urządzeń Technicznych,
— wydanie książki pt.: *Elementy nauki o eksploatacji urządzeń*.

Jednym z najważniejszych wydarzeń naszego ruchu było powstanie w roku 1970 Sekcji Podstaw Eksploatacji Maszyn przy Komitecie Podstaw Konstrukcji i Technologii Maszyn IV Wydziału PAN.

W omawianych latach rozwijano w działalności badawczej podstawy teoretyczne eksploatacji urządzeń przy wykorzystaniu metod matematyki i fizyki technicznej, prowadzono szeroką działalność wydawniczą, wykonano wiele prac doktorskich i habilitacyjnych, powołano kilka instytucji programowo zajmujących się badaniami eksploatacyjnymi w instytutach, uczelniach, stowarzyszeniach naukowo-technicznych i resortach. A oto jak przedstawia się bardzo ogólna charakterystyka tych instytucji, które często są instytucjami ponadbranżowymi, a pomimo to skupiają bardzo wielu entuzjastów naukowego ruchu eksploatacyjnego w kraju.

Zespół teorii eksploatacji

Celem zespołu jest ułatwienie wymiany poglądów i wyników badań związanych z eksploatacją, rozwiązywanie wybranych problemów eksploatacji i wpływanie przez swoich członków na podjęcie i przebieg prac naukowych oraz kształcenia kadr dla działalności eksploatacyjnej w uczelniach lub instytutach.

Podstawą naszej wewnętrznej działalności organizacyjnej w Akademii Wojskowej było zarządzenie komendanta WAT z roku 1968, które umożliwiło nam podjęcie pracy nad rozwojem badań procesów i systemów eksploatacyjnych oraz podejmowanie inicjatyw naukowych i organizacyjnych dla rozwoju teorii i praktyki eksploatacyjnej. Dotyczyło to w szczególności wymiany doświadczeń, konsultacji naukowo-technicznych, studiów podyplomowych, sympozjów itp. Ponadto na terenie WAT zespół otrzymał prawo do opiniowania i konsultowania całokształtu problematyki eksploatacyjnej związanej z pracami naukowymi oraz z pracami dydaktycznymi specjalistycznych katedr WAT. Zespołem stworzono również pewne ramy do prowadzenia działalności publicznej, a w szczególności do wydawania zeszytów Prac Zespołu Teorii Eksploatacji. Opiekunem zespołu był prof. dr inż. Ryszard Szymanik.

Zadania swe zespół realizował poprzez organizowanie spotkań naukowych (odbyło się 41 takich spotkań), wydawanie prac poświęconych eksploatacji (między innymi wydano pięć zeszytów Prac Zespołu Teorii Eksploatacji) i stosowanie innych form działania, z których najważniejszą było zorganizowanie II Sympozjum EUT (wydano materiały Sympozjum w dwóch tomach i jeden tom materiałów posympozyjnych).

Zespół nasz nawiązał współpracę z Sekcją Podstaw Eksploatacji Maszyn PAN, Problemowym Zespołem Niezawodności Urządzeń Technicznych KniT, Sekcją Eksploatacji Maszyn i Urządzeń Technicznych SIMP i Komisją Eksploatacji SEP.

Równoległe z pracami Zespołu Teorii Eksploatacji przy WAT prowadzą bardzo żywą działalność naukową i organizacyjną inne placówki, które krótko scharakteryzujemy.

Katedry i zakłady naukowe wyższych uczelni i instytutów

Na uwagę zasługują tu przede wszystkim odpowiednie katedry (instytuty): Politechniki Poznańskiej, Krakowskiej, Wrocławskiej, Częstochowskiej, Gdańskiej, Łódzkiej, Warszawskiej, Śląskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej, Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutu Organizacji i Mechanizacji Budownictwa, Instytutu Górnictwa, Instytutu Lotnictwa, Instytutu Obróbki Skrawaniem, Instytutu Energetyki, Instytutu Transportu Samochodowego, Instytutu Przemysłu Organicznego, Instytutu Organizacji Przemysłu Maszynowego, Instytutu Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych, Centralnego Ośrodka Badań Konstrukcji Motoryzacyjnych, Instytutu Technologii Nafty, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Wojskowego Instytutu Techniki Pancernej i Samochodowej. Instytucje te prowadzą badania podstawowe w zakresie eksploatacji technicznej i ogólnej, szkolą kadry inżynierów eksploatacji, prowadzą studia podyplomowe oraz badania laboratoryjne. Szczegółowy wykaz tematyki badań w tych instytucjach będzie możliwy dopiero po ich dokładnym zinwentaryzowaniu w ramach specjalnie przeprowadzonej ankiety PAN i KniT.

Służby eksploatacyjne resortów

Służby te prowadzą zasadniczą działalność praktyczną związaną z planowaniem, organizowaniem, realizowaniem i ocenianiem eksploatacji urządzeń. Dysponują potencjałem eksploatacyjnym poszczególnych resortów, finansują jego działalność, prowadzą określoną politykę i ustalają zakres i tematykę badań eksploatacyjnych. W wojsku działalność taką prowadzi Sztab Generalny.

Sekcja eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych SIMP

Sekcja jest organem Zarządu Głównego SIMP. Koordynuje ona działalność swoich oddziałów terenowych: środowiskowych i zakładowych.

W programie działania Sekcji dominuje problematyka usprawniania i poprawy jakości eksploatacji ma-

szyn. W tym celu Sekcja prowadzi działalność popularyzatorską i konferencyjno-szkoleniową, np. organizuje konferencję nt. *Niezawodność pracy maszyn i urządzeń a gospodarka konserwacyjno-remontowa*. W planach Sekcji znajduje się też działalność badawcza, np. badania ankietowe i laboratoryjne z zakresu niezawodności na lata 1970—71, badania nad wykorzystaniem modeli matematycznych na lata 1972—73 oraz doksztalcanie kadry eksploatacyjnej prowadzącej gospodarkę konserwacyjno-remontową na lata 1974—75.

Komisja eksploatacji SEP

Zadaniem Komisji jest między innymi wymiana informacji naukowej i doświadczeń eksploatacyjnych między poszczególnymi ośrodkami oraz popularyzacja osiągnięć w tym zakresie wśród zainteresowanych środowisk specjalistów elektryków i elektroników. W ramach Komisji powołano dwa zespoły problemowe: zespół d.s. ruchu urządzeń oraz zespół d.s. remontu urządzeń.

Problemowy zespół niezawodności urządzeń technicznych KNiT

Zadaniem zespołu jest inicjowanie, koordynowanie i prognozowanie badań naukowych w zakresie niezawodności urządzeń technicznych. W ramach zespołu powołano kilka specjalistycznych komisji do realizacji odpowiednich zadań.

Sekcja podstaw eksploatacji maszyn PAN

Sekcja ma trzy zespoły: Zespół Teorii Eksploatacji, Zespół Tarcia, Zużycia i Smarowania oraz Zespół Niezawodności Maszyn. Sekcja prowadzi podstawową działalność badawczą i koordynacyjną w zakresie szeroko pojętej problematyki eksploatacyjnej. Działalność koordynacyjna polega w szczególności na inicjowaniu, planowaniu, popularyzowaniu, wymianie poglądów i informacji, prognozowaniu, opiniowaniu, ankietowaniu, inwentaryzowaniu i ewidencjonowaniu prac naukowych prowadzonych na terenie całego kraju (np. prac doktorskich i habilitacyjnych). Sekcja prowadzi także działalność wydawniczą. Członkowie Sekcji wywodzą się spośród samodzielnych pracowników nauki uczelni i instytutów krajowych.

Wynikiem prac wymienionych wyżej placówek i instytucji jest rozwój nauki i upowszechnienie wiedzy eksploatacyjnej w takich dziedzinach nauki, jak np.: teoria niezawodności, teoria tarcia, zużycia i smarowania, diagnostyka techniczna, eksperyment laboratoryjny i eksploatacyjny, optymalizacja procesów eksploatacyjnych, badania ankietowe i statystyczne systemów, terminologia i wiedza o procesach i systemach eksploatacyjnych.

Dzięki zaangażowaniu się dużej grupy samodzielnych pracowników nauki w ruchu eksploatacyjnym wzrosło znaczenie badań eksploatacyjnych, utrwaliło się przekonanie o konieczności dalszych badań i wdrożeń, wzrosła rola i autorytet zawodowy eksploataatorów urządzeń.

Okres, który został podsumowany, moglibyśmy nazwać **okresem rozpoznawania problemów i ludzi**. Istotną cechą tego okresu było spontaniczne powsta-

wanie (najczęściej niezależnie od siebie) grup badawczych problemów eksploatacyjnych w gospodarce narodowej. To samo dotyczy także wojska, w którym w różnych pionach podejmowano wysiłki nad badaniami eksploatacyjnymi uznając doniosłość praktyczną tej problematyki.

Mając to na uwadze należy z pełną świadomością przejść do następnego etapu, który można byłoby nazwać **okresem zintegrowanych badań selektywnych**. W tym nowym okresie należy przejść do badań zintegrowanych w dużych zespołach ludzkich, skupionych nad wyselekcjonowanymi problemami najbardziej aktualnymi dla gospodarki i wojska. Można tutaj wyróżnić pewne robocze grupy tematów takich jak: badania podstawowe, kształcenie kadr, wdrożenia instytutowe oraz zastosowania praktyczne.

Należy także wspomnieć o zagadnieniach organizacyjnych naszego ruchu, a głównie o roli jego uczestników i powiązaniach między nimi oraz omówić podstawowe kierunki działania i podział zakresu badań i wdrożeń.

Za uczestników ruchu eksploatacyjnego uznajemy wymienione wyżej placówki i instytucje. Wydaje się, że główne zadania — inicjowanie i koordynowanie badań — powinny przyjąć na siebie PAN i KNiT. PAN w zakresie merytorycznym, a KNiT w zakresie organizacyjnym. Zasadniczym pomostem między tymi instytucjami a praktyką eksploatacyjną mogłyby być **środowiskowe zespoły teorii (badań) eksploatacji** (zorganizowane np. na wzór Zespołu Teorii Eksploatacji WAT), grupujące osoby ze wszystkich zainteresowanych instytucji i placówek, a więc uczelni, instytutów, stowarzyszeń naukowo-technicznych, ministerstw oraz służb eksploatacyjnych resortów. Zespoły takie rozpoznawałyby problematykę eksploatacyjną poszczególnych regionów lub resortów, dokonywałyby selekcji, inicjowałyby badania i poprzez swoich członków wpływałyby na badania i wdrożenia eksploatacyjne w placówkach i instytutach oraz przedsiębiorstwach. Równocześnie wyniki prac naukowo-badawczych i wdrożeń mogłyby być referowane na spotkaniach naukowych tych zespołów i publikowane w zeszytach prac zespołów, Sekcji Podstaw Eksploatacji Maszyn PAN, w czasopismach technicznych oraz w książkach realizowanych przez odpowiednie wydawnictwa.

Zadaniem zespołów byłoby więc prowadzenie działalności organizacyjnej i merytorycznej w zasięgu swego środowiska (np. krakowskiego, katowickiego, wrocławskiego, poznańskiego, gdańskiego, łódzkiego) dla integracji osób i instytucji zajmujących się eksploatacją.

Zespół Teorii Eksploatacji przy WAT powinien nadal tak długo, jak będzie to możliwe i konieczne, spełniać zadanie integracji i stymulacji Krajowego Ruchu Eksploatacyjnego w Polsce.

Pozostawiając wytyczenie dalszych kierunków badań dyskusji zarówno członków, jak również sympatyków Zespołu Teorii Eksploatacji przy WAT, pragniemy tylko zwrócić uwagę na specyfikę procesu eksploatacji, w którym ze względu na treść, zakres i metody badań można wyróżnić: proces eksploatacji pojedynczego urządzenia oraz proces eksploatacji grupy urządzeń.

Dokończenie na str. 36

NOWOCZESNE SMARY I TECHNIKI SMAROWANIA

Szybki rozwój współczesnej techniki zmusza do szerszego, niż dotąd, traktowania zagadnień związanych z opracowaniem warunków smarowania w nowych, już istniejących konstrukcjach i w przyszłości. W ostatnim 30-leciu uczyniono duży postęp w tym kierunku. Jeszcze w latach 1930 temperaturę — 54°C uważano za wskaźnik wybitnie niskotemperaturowy, a postęp w rozwoju konstrukcji wymagających przejścia do warunków smarowania w temperaturach dodatnich, np. od około 74°C w latach trzydziestych do 100°C w 1945 roku odbywał się stopniowo. Dopiero rozwój konstrukcji o napędzie odrzutowym, a obecnie układów stosowanych w przestrzeni kosmicznej bliżej określił graniczne warunki, w których smary mają pracować. Mamy więc do czynienia z różnym środowiskiem pracy materiałów smarowych.

Obecnie temperatury pracy smarów leżą w granicach od około —268°C do temperatur powyżej 1372°C, zaś ciśnienia mogą ulegać zmianie od ciśnienia atmosferycznego do 10⁻¹⁰ mmHg. Istnieje również dążenie, aby osiągnąć okres pracy do 30 tysięcy godzin, np. w konstrukcjach statków kosmicznych. Te nowe kierunki wymagań są tylko częściowym uzupełnieniem powszechnie znanych problemów związanych np. z korozją, utlenianiem itp.

Podróż w przestrzeni kosmicznej wymaga stosowania wielu układów smarowniczych, aby sprostać różnym warunkom pracy. Do najbardziej znanych typów materiałów smarowych, które mogą być brane pod uwagę, należą oleje mineralne i węglowodory syntetyczne, estry, ciecze i wielopierścieniowe związki aromatyczne.

Techniki stosowania takich materiałów są nieraz bardzo odmienne, od klasycznej do współczesnej, ze względu na zastosowanie mniej znanych, nowych materiałów. Do mniej znanych technik smarowania z zastosowaniem odpowiednio przygotowanych materiałów smarowych należy zaliczyć następujące: metale ciekłe i sole, smarowanie gazem lub parami, smarowanie powłoką ciała stałego, suche smarowanie, tworzenie filmu „in situ”.

Rozwiązywanie problemów doboru warunków pracy materiału smarowego dla wybranego układu jest w dalszym ciągu bardzo aktualne dla pewnych typowych zastosowań współczesnej techniki. W związku z rozwijaniem wielkich prędkości rzędu $Ma = 3$ w samolotach naddźwiękowych temperatura na wlocie do sprężarki sięga 315°C, natomiast w dyszy wylotowej około 650°C. W raketach na paliwa płynne takie jak ciekły wodór, tlen lub fluor stosowane są turbo-

W artykule omówiono rodzaje smarów stosowanych obecnie i zakres ich używalności. Rozwój konstrukcji o napędzie odrzutowym oraz układy stosowane w statkach kosmicznych określają graniczne warunki pracy smarów od ok. —268 C do 1372°C. Następnie omówiono materiały smarowe o dużej przyszłości, badane przez wojskowe lotnictwa USA, oraz przyszłościowe techniki smarowania.

pompy, które muszą pracować efektywnie poniżej temperatury —225°C.

W pojazdach kosmicznych o napędzie odrzutowym, gdzie wykorzystuje się energię elektryczną, metale ciekłe pełnią rolę cieczy smarnych.

Materiały smarowe oparte na związkach organicznych i ich ogólne własności

Oleje mineralne i węglowodory syntetyczne

Oleje mineralne zawierające węglowodory, parafinę i oleje oparte na węglowodorach syntetycznych alifatycznych zostały bardzo ulepszone przez zastosowanie nowoczesnej techniki rafinacji, superrafinacji oraz przez otrzymywanie na drodze syntezy specjalnie wybranych węglowodorów. Dotychczas przygotowane materiały zachowują płynność jeszcze w —54°C, a w podwyższonej temperaturze mogą pracować do 177°C. Tylko specjalnie wyselekcjonowane frakcje olejów mineralnych mogą pracować jako smary w urządzeniach przy temperaturach od około —73°C do 260°C, a nieliczne do 370°C. Oleje te zalicza się również do średnio odpornych na radiację; mają one doskonałą smarność. Zakres używalności tego typu materiałów znacznie się rozszerza, bowiem wykazują dużą przydatność do uszlachetniania przy użyciu inhibitorów korozji i utleniania, dodatków poprawiających smarność, charakterystykę lepkościowo-temperaturową oraz zmniejszających lotność. Niektóre podstawowe własności fizykochemiczne podano w tablicy 1.

Estry

Estry alkoholi tłuszczowych kwasów dwukarboksyłowych takich, jak: sebacynowy, adypinowy i azelainowy stanowią bazę do produkcji olejów specjalnych

Tablica 1. Własności olejów superrafinowanych (A, B), węglowodorów syntetycznych (C)

Własności	A	B	C
Lepkość, cSt przy temp. [°C]			
315	—	—	0,3
98,8	3,20	4,52	4,40
37,8	14,4	24,2	20,7
—40	3 210	8 900	2 786
—53	—	—	15 123
Wskaźnik lepkości	117	130	142
Temperatura krzepnięcia [°C]	—62	—51	—67
Temperatura zapłonu [°C]	209	—	210

z dodatkami i olejów bazowych z udziałem olejów mineralnych.

Materiały smarowe oparte na takich estrach przeznaczają się do pracy w środowisku o zakresie temperatur od -54°C do 200°C .

Pewne estry alkoholi wielowodorotlenowych, np. trójmetylopropanu, mogą pracować w wyższych temperaturach, szczególnie z dodatkami mają one zakres używalności od temperatury -54°C do 230°C . Dwuestry alifatyczne są stabilne termicznie do temperatury 260°C , lecz są one podatne na utlenianie powyżej temperatury 149°C i wykazują przy tym tendencję wzrostu lepkości, tworzenia nierozpuszczalnych osadów, powstawania dużych ilości wolnych kwasów, produktów wywołujących korozję metali oraz lotnych produktów rozkładu. Estry te ulepszone za pomocą dodatków tworzą olej wytrzymały do temperatury 218°C stosowany w turbinach gazowych według specyfikacji MIL-L-9236 i w silnikach turbinowych.

Inną grupę stanowią estry aromatyczne otrzymane z fenoli i neokwasów z przeznaczeniem jako oleje smarowe w silnikach turbinowych. Te środki smarowe mają lepszą niż dwuestry alifatyczne odporność termiczną (343°C), na utlenianie i na wpływ radiacji, jakkolwiek są one bardziej lotne i mniej wrażliwe na wpływ inhibitorów.

Inną grupę związków stabilnych termicznie stanowią estry kompleksowe. Otrzymuje się je z reakcji półestrów kwasów dwuzasadowych z glikolem, co w efekcie tworzy pojedynczą cząsteczkę o długim łańcuchu. W typowych estrach kompleksowych używany jest glikol polietylenowy o ciężarze cząsteczkowym 200 oraz długości łańcucha $n_{\text{średn.}} = 4,5$, jakkolwiek diole o długich łańcuchach mogą być także stosowane. Można także otrzymywać ester kompleksowy z reakcji półestrów glikolowych kwasu jednozasadowego z kwasem dwuzasadowym. Zbadano także estry kwasów trójzasadowych; skonitowego i trójkarbalilowego. Stwierdzono, że mają one gorszą charakterystykę lepkościową i są mniej odporne na działanie wyższych temperatur od dwustrów lub estrów kompleksowych.

Estry neopentylowo-poliolowe jako środki smarowe są stosowane w bardzo szerokim zakresie temperatur, o doskonałej stabilności termicznej oraz odporne na

utlenianie do temperatury 200°C . Związki te wykazują doskonale własności w niskiej temperaturze, wysokie wskaźniki lepkości i dobrą smarność. Wiele tych estrów zostało zakwalifikowanych w 1960 roku jako smary wysokotemperaturowe do turbin gazowych. Mogą one pracować dłuższy czas w silniku w temperaturze 218°C jeśli nawet tzw. „gorące miejsca” wskazują temperatury o kilkaset stopni wyższe. Ich lepkość maksymalna w temperaturze -54°C najczęściej nie przekracza 24 000 cSt.

Ciecze krzemoorganiczne

Do tej grupy należą silany, siloksany i silikony. W pojazdach kosmicznych materiał ten może być także stosowany jako olej do aparatury precyzyjnej, płyny chłodzące, media elektronowe, płyny tłumiące, hydrauliczne oraz do produkcji smarów stałych i olejów smarowych stosowanych w szerokim zakresie temperatur. Stosuje się je zarówno przy niskich ciśnieniach i wysokich temperaturach. Można je stosować podobnie jak oleje mineralne, syntetyczne. Wykazują jednak pewne usterki ograniczające zastosowanie, na przykład są one znacznie bardziej podatne na niszczące działanie radiacyjne i wiele z nich ma gorsze własności smarowe. Niektóre własności są przedstawione w tabelicy 2.

Ciecze krzemoorganiczne są szeroko stosowane, bowiem zachowują dostateczną płynność w najszerszym zakresie temperatur, wykazują małą prężność par w podwyższonych temperaturach i stosunkowo najlepszą stabilność termiczną.

Bardziej obiecujące okazały się związki krzemoorganiczne zawierające inny pierwiastek. Osiągnięcia w dziedzinie cieczy silikonowych, tzw. silikonowo-fluorowanych, wykazują wyjątkowo cenne własności użytkowe, np. znany produkt jako LOX — jest olejem smarowym: do turbopomp, turbin oraz skrzynek biegów w pojazdach kosmicznych i rakietach. Ich ulepszona smarność pozwala także na zastosowanie jako płynów hydraulicznych do pracy w wyższych temperaturach, gdyż wykazują stabilność termiczną do temperatury 371°C . Wykazują niedostateczną smarność szczególnie dla łożysk ślizgowych.

Estry kwasu ortokrzemowego i dwusiloksany odznaczają się doskonałą charakterystyką przewodnictwa cieplnego, lecz słabą stabilnością hydrolytyczną. Są

Tabela 2. Własności fizykochemiczne płynów silikonowych

Rodzaj płynu	Temperatury stosowania płynów [$^{\circ}\text{C}$]	Maksymalna odporność radiacyjna [ergów/gC]	Smarność wg aparatu 4-kulowego	Lotność, straty niskie do temp. [$^{\circ}\text{C}$]	Maksymalna stabilność termiczna [$^{\circ}\text{C}$]	Odporność na utlenianie	Stabilność na hydrolizie
Silikony, metylofenylowe (Dow Corning XF-7012 i XF-258)	-53 do 260	1×10^7	słaba	260	426	dobra	dobra
Silikony, chlorowany fenylometyl (Dow Corning 560 i General-Electric F-50)	-73 do 232	1×10^7	poprawna	232	371	dobra	dobra
Silikony metylofenylowe (Dow Corning QF-7024)	4 do 315	1×10^7	słaba	315	426	dobra	dobra
Silany, oktadecyltrójdecylosilan	-28 do 287	1×10^7	poprawna	176	—	—	—
Siloksany, heksa-(2-etylobutoksy)-dwusiloksan	-53 do 176	1×10^9	poprawna	176	343	dobra	słaba

odporne termicznie, na utlenianie, same nie wywołują korozji i mają dobre własności smarne.

Typowym przedstawicielem tej grupy są ortokrzemiany czteroalkilu (płyny chłodzące) i sześćoalkoksydwusilokseny (płyny hydrauliczne). Poliaalkoksy i -aroksy siloksany znalazły też wielorakie zastosowanie w wielu dziedzinach w przemyśle lotniczym.

Wielopierścieniowe związki aromatyczne

Do związków aromatycznych wielopierścieniowych zaliczają się polifenyletery, polifenyle oraz niektóre związki aromatyczne o dużej zawartości fluoru. Związki te są najbardziej odporne na radiację, odporne na działanie wysokich temperatur i na utlenianie. Mają jednak poważną wadę — wysokie temperatury krzepnięcia, co ogranicza ich zastosowanie w niskich temperaturach. Tablica 3 przedstawia podstawowe własności niektórych związków tej grupy. Materiały te są używane jako smary do ogólnych potrzeb, służą też do produkcji smarów stałych jako media grzejne, płyny hydrauliczne.

Uzlachetnianie związków poliaromatycznych dodatkami obniżającymi temperaturę krzepnięcia jest dosyć obiecujące. Napotyka się tylko na trudności w znalezieniu materiałów, które mieszają się z tymi związkami mogącymi poprawić pożądaną charakterystykę.

W 1955 roku US Air Force (amerykańskie lotnictwo wojskowe) rozpoczęło pracę nad rozwojem wysokotemperaturowych płynów hydraulicznych. Firma Monsanto Chem. Co. wyprodukowała i oznaczyła własności fizyczne i stabilność termiczną eteru bis (p-fenoksyfenylu) i dwu podstawowych metylo- i etylo-dwufenoksybenzenów. Opisano szereg pochodnych fenyleteru, dwufenoksybenzenu i eteru bis — (p-fenoksyfenylu). Firma Shell wykazała, że etery polifenylowe stanowią klasę bardzo obiecujących związków jako smarów wysokotemperaturowych, do zastosowania specjalnie w obecności tlenu oraz w warunkach silnej radiacji.

Zebrane wiadomości literaturowe oparte na szerokich badaniach prowadzą do wniosku, że materiały organiczne czyste, związki poliaromatyczne są najbardziej stabilne termicznie. Istnieje dążność do znalezienia nowych struktur związków o korzystnych paramet

trach użytkowych. W tym celu badane są całe grupy związków cyklicznych oraz związków heterocyklicznych włączając pirozyny, triazyny, trójfosfonitryle i inne.

Polimery zawierające łańcuchy czysto nieorganiczne są także badane. Z tych materiałów holoidek metalu stabilizowany polimerem chlorku fosfonitrylu jest stabilny do temperatury 538°C i jest cieczą w temperaturze -18°C. Ten typ materiałów nie miesza się z innymi materiałami i wykazuje znaczną skłonność do hydrolizy.

Przyszłościowe materiały smarowe

Materiały o dużej przyszłości szeroko badane przez wojskowe lotnictwo USA to: pochodne ferrocenu, czteropodstawione pochodne mocznika, pochodne heterocykliczne, aminy aromatyczne, sześćofluorobenzen popularnie zwany ferrocen jest związkiem organometalicznym, po raz pierwszy scharakteryzowany w 1951 roku. Ferrocen jest ciałem krystalicznym koloru pomarańczowego o temperaturze topnienia około 173°C. Jest on stabilny na hydrolizę, ale może być łatwo utleniany do postaci kationowej, nieodpornej na alkalia. Ferrocen jest odporny na pyrolizę do temperatury 470°C.

W literaturze opisano już możliwość otrzymywania płynnych pochodnych mocznika. 1,1-dwubutylo-3,3-dwuoktylomocznika ma temperaturę rozkładu 297°C. Wiele pochodnych czteroakrylomocznika wykazuje stabilność w temperaturze 371°C. Czterofenylo-mocznik traci 0,4% swojej masy po 10-godzinnym wygrzewaniu pod azotem w temperaturze 365,5°C. Tylko niektóre czteropodstawne pochodne mocznika są cieczami w temperaturze pokojowej. Płynność może im być nadana przez podstawienie najmniej jednej grupy alkilowej.

Zbadano stabilność termiczną i określono możliwość otrzymywania szeregu heterocyklicznych układów pierścieniowych, szczególnie zawierających azot. Cztero-cis-trójfluorometylopirezyna jest szczególnie stabilna w temperaturze 649°C. Należy tutaj podkreślić, że cząsteczka ta nie zawiera wodoru. Trójfenylotriazyna jest stabilna w temperaturze 465,5°C, a sześćo-fenyloborazon w 435°C. Inne układy pierścieniowe wykazują mniejsze stabilności.

Tablica 3. Własności fizykochemiczne aromatycznych związków wielopierścieniowych

Rodzaj płynu	Temperatury stosowania płynów [°C]	Maksymalna odporność [erg6w/gC]	Maksymalna stabilność termiczna [°C]	Odporność na utlenianie poniżej 315°C	Smarność wg aparatu 4-kulowego	Lotność, straty w temp. [°C]
m-Bis (m-fenoksyfenoksy)-benzen	4 do 426	1 × 10 ¹¹	465	dobra	dobra	niskie w 260
Bis-(m-fenoksyfenyl)-eter	15 do 426	5 × 10 ¹¹	446	dobra	dobra	średnie w 260
Bis-(m-m-fenoksy-fenoksyfenyl)-eter	13 do 426	1 × 10 ¹¹	450	dobra	dobra	niskie w 313
m-trójfenyl	86 do 371	5 × 10 ¹¹	426	dobra	bardzo dobra	wysokie w 260
m-trójfluorometylofenoksy trój- i czterofosforometyle	-6,6 do 371	—	426	dobra do 260	dobra	niskie w 260
Pięciofenoksy, jedno-(m-fenoksyfenoksy) trójfosfonitryle	15 do 371	—	426	—	dobra	niskie w 315

Interesujące są te fluoropochodne benzenu i inne pochodne, głównie dzięki wyjątkowo wysokiej temperaturze rozkładu. Nie są one cieczami smarowymi, jednak mogą okazać się użyteczne jako surowiec do ich wytwarzania.

Wiele amin aromatycznych ma bardzo obiecujące własności jako płyny o różnym zastosowaniu. Aminy aromatyczne zawierające w cząsteczce krzem dają wiele możliwości do dalszych modyfikacji struktur cząsteczek.

Sześciofluorobenzen jest jednym z najbardziej stabilnych materiałów, jego temperatura rozkładu wynosi powyżej 649°C. Pionierskie prace w tej dziedzinie prowadziły do otrzymywania bardzo użytecznych związków przejściowych takich jak pięćfluorofenol, pięćfluoroanilina, kwas pięćfluorobenzoesowy i pięćfluorobromobenzen.

Przyszłościowe techniki smarowania i środki smarowe oparte na związkach nieorganicznych

Dzisiaj znamy już wiele sposobów przygotowania elementów konstrukcyjnych dla współpracy w zakresie temperatur do 538°C, jak również w zakresie niskich temperatur.

Prowadzone są stale badania w szerokim wachlarzu różnych technik i jest niemożliwością podać tutaj kompletny obraz. Spośród wielu metod stosowania smarów poniżej omówiono krótko możliwości zastosowania niektórych z nich.

Konwencjonalna technika smarowania stosując takie materiały jak oleje naftowe i syntetyczne oraz smary osiągnęła najwyższą temperaturę 538°C, które są coraz częściej stosowane w związku z rozwojem pojazdów kosmicznych.

Organiczne i półorganiczne ciecze, które służą jako materiał wyjściowy do produkcji wielu przyszłościowych olejów i smarów, zbliżają się swoją odpornością termiczną do magicznej liczby 538°C. Tak więc nowoczesne techniki muszą stale się rozwijać.

Ciekłe metale i sole jako smary

Zastosowanie ciekłych metali i niektórych soli stanowi znaczny postęp w stosunku do konwencjonalnej techniki smarowniczej przy użyciu produktów naftowych. Występują nowe problemy związane z doбором odpowiednich materiałów, jeśli używane są w charakterze płynnych środków smarowych tak zwane „metale ciekłe”. Są one bardzo korodujące w wyższych temperaturach. Ocenia się, że mogą być stosowane w zetknięciu ze stałą kwasoodporną, w temperaturach nie wyższych niż 872°C.

Metale ciekłe jako materiały smarowe nie są jeszcze wszechstronnie przebadane w zakresie wyższych temperatur. Badania eksperymentalne w tym kierunku są wyjątkowo trudne. Położenie metalu w układzie

Tablica 4. Płyny z metali ciekłych

Metal	Zakres płynności [°C]
Rtęć	-34,4 do 357,2
Cez	29,4 do 705
Rubid	29,4 do 649
Potas	65,5 do 760
Sód	82,2 do 871
Lit	182,2 do 1316

Tablica 5. Warunki smarowania metalem ciekłym

Temperatura	temperatura pokojowa lub temp. topn. do 649°C
Rozmiary łożyska	$L/D^* = 2$ lub mniej, średnica = 1.0 cala (25,4 mm)
Szybkość łożyska	do 36 000 obr/min.
Konstrukcja łożyska	samopracujące, zewnętrznie ściśnięte
Obciążenie promieniowe	do 45,3 kG
Smary	rtęć, potas, rubid
* $L/D =$ stosunek długości do średnicy	

okresowym pozwala z góry na dokonanie wyboru metalu jako ciekłego materiału smarowego. Metale ciekłe są czynnikami silnie redukującymi. W tablicy 4 przedstawione są niektóre metale stosowane jako ciekłe materiały smarowe, o określonych zakresach temperaturowych.

Zakresy temperatur zależą również od ciśnienia. Pewne zespoły tzw. „układy zamknięte” siłowego wyposażenia pojazdu kosmicznego muszą być jednocześnie smarowane cieczą pracującą. Cieczą tą mogą być metale ciekłe. Ciecz pracująca jest odparowywana ze źródła ciepła, jakim jest parownik nuklearny lub słoneczny, a gorąca para rozprężając się napędza turbinę, ta zaś porusza generator. Rozprężona para po skondensowaniu w wymienniku ciepła lub radiatorze wraca do źródła ciepła. System ten jest przeznaczony do pracy w długich okresach czasu w pojazdach kosmicznych i satelitach. Mała ilość fazy ciekłej może być zawracana do łożysk po opuszczeniu pompy do pracy w temperaturze 260—649°C, zależnie od rozwiązania systemu.

Jest to jeden z przykładów, który może być zastosowany w przestrzeni kosmicznej, lecz nie pracujący pod próżnią. Do łożysk nośnych pracujących w wyższych temperaturach dobierane są różne metale jako płyny smarowe, szczególnie rubid i potas. Niektóre dane dotyczące użycia tych materiałów podaje tablica 5.

Łożyska smarowane gazem

Smarowanie łożysk aktualnie stosowanym gazem polega na stworzeniu warunków wsparcia pneumatycznego w łożysku pneumostatycznym lub pneumodynamicznym. W łożyskach tego rodzaju odbywa się smarowanie fazą gazową, gdzie gazy tworzą film na powierzchni łożysk, aby zmniejszyć zużycie. Technika ta jest procesem „in situ”. Łożyska gazowe (powietrzne) są logicznym udoskonaleniem łożysk smarowanych za pomocą filmu ciekłego lub łożysk hydrodynamicznych. Różnią się one tylko tym, że używane są w sprężeniu pracującym przy niższym obciążeniu, ale mogą pracować w warunkach wysokich temperatur, są też odporne na wysokie dawki promieniowania radiacyjnego. Używane są w pracy, gdzie wiele warunków charakterystycznych dla pojazdów kosmicznych i różnych układach z łożyskami obracającymi się z szybkością do 65 000 obr/min. i przy temperaturach 816°C, jak np. zdolność do przenoszenia dużego ciężaru kosztem stosunkowo małego obciążenia mechanicznego.

Filmy stałe

Smary z filmu stałego są to pigmenty wykazujące własności smarowe, którymi powleka się powierzch-

nie. Pigmenty wiązane z powierzchnią za pomocą żywic lub innych środków o dużej adhezji szeroko przebadano zarówno w wersji łożyska ślizgowego, jak i tocznego. Filmy smarowe stałe z zastosowaniem MoS_2 znalazły szerokie zastosowanie w wielu pojazdach wojskowych, gdzie występowały znaczne obciążenia, od 380 do 1420 kG/cm^2 , i w temperaturze otoczenia około 260°C. Najważniejszą zaletą tego rodzaju filmu smarowego jest fakt, że smaruje on ważny element „dożywno”. Typowym zastosowaniem filmu stałego jest użycie go do smarowania zewnętrznej powierzchni statku powietrznego (samolotu), do czego nie nadają się konwencjonalne smary konserwacyjne. Zapotrzebowanie na stałe środki smarowe do pracy w zakresie temperatur około 538°C skłoniło do nowych poszukiwań. Lotnictwo wojskowe USA ulepszyło filmy „ceramicznie spójne”, czyniąc je zdolnymi do pracy przy wysokich temperaturach i obciążeniu a jednocześnie wykazującymi niskie współczynniki tarcia i związane z tym małe zużycie. Taki środek smarowy został skomponowany z siarczkiem ołowiu (jako pigment smaru) w kombinacji z tlenkiem baru jako czynnika ceramicznie spajającego.

Film ten wykazuje wiele zalet: szczególnie małe tarcie i zużycie pod obciążeniem 4200 kG/cm^2 i przy prędkości poślizgu ponad 60 m/min. W temperaturze 538°C szybkość zużywania się filmu jest najniższa od wszystkich dotąd znanych stałych filmów smarowych.

Szybkość zużywania się filmu gwałtownie maleje w temperaturach poniżej 371°C, jakkolwiek jest on zdolny do pracy w temperaturze około 538°C. Takie odmienne zachowanie się w stosunku do innych znanych filmów smarowych, które zużywają się szybciej w wyższych temperaturach, nie zostało wyjaśnione. Mimo tych zalet żywotność takich filmów jest jeszcze ciągle za mała w porównaniu z wymaganiami. Celowe jest ulepszenie filmu zdatnego do pracy w wysokiej temperaturze i pod próżnią. Smarowe filmy z ciała stałego i suche smarowanie stanowią najbardziej obiecujące rozwiązanie dla dzisiejszej techniki pracy urządzenia w bardzo wysokiej próżni (tablica 5).

Suche smarowanie

Termin „suche smarowanie” stosuje się do określenia i innego traktowania powierzchni niż w przypadku powierzchni powlekanych filmami stałymi. Pod tym pojęciem rozumieć należy również przypadki powlekania nie osłoniętej powierzchni metalu materiałami o małym współczynniku tarcia oraz powlekanie części urządzenia na drodze reakcji chemicznej. Ten sposób smarowania jest bardzo obiecujący szczególnie do pracy przy wysokich temperaturach (1039°C i wyższych). Do prac przyszłościowych należy również wynalezienie innej techniki smarowania, która będzie przydatna w temperaturach około 1093°C. Mogą być użyte jako materiały smarowe substancje porowate impregnowane stopami metali, szkłem lub metalami, które tworzą miękkie tlenki.

Inny sposób smarowania polega na szybkim przesuwaniu się metali po metalu w warunkach wysokich temperatur, bez użycia środka smarowego.

Filmy „in situ”

Przydatność danej techniki smarowania zależy w znacznym stopniu od sposobu formowania się filmu

smarowego na powierzchni podczas pracy. Dlatego dobierane są odpowiednie środki smarowe i techniki smarowania dla określonych warunków pracy.

Znana jest technika smarowania za pomocą utworzonego filmu gazowego na łożyskach, gdzie materiałem czynnym jest gaz.

Materiałem kryjącym roboczą powierzchnię łożyska przed utlenieniem może być mieszanina gazów redukcyjnych, które jednocześnie tworzy film smarowy. Jako przykład może posłużyć paliwo JP-4 i powietrze. Uzyskano odpowiednie smarowanie w temperaturach do 538°C i przy obciążeniu łożyska do 50%, NASA badała gazy typu chlorowcopochodnych metanu, etanu uzyskując dobre wyniki.

Inne techniki smarowania

Dzisiaj stosuje się wiele sposobów do tworzenia filmu smarowego pomiędzy pracującymi powierzchniami metali. Sposoby takie znajdują przeważnie zastosowanie specjalne. Niektóre z nich podano niżej:

— smarowanie płomieniowe — produkty spalania płonącego płomienia (prawdopodobnie węgla) zapewniają smarowanie łożyska,

— smarowanie ciekłym szkłem — szkło staje się cieczą w wyższych temperaturach i służy w ten sposób jako olej smarowy. Technika ta od wielu lat jest stosowana w przemyśle metalowym, gdzie szkło płynne spełnia rolę smaru do maszyn i matryc,

— smarowanie za pomocą ciekłych paliw rakietowych — ciecze zamrażające jak ciepły azot, tlen, wodór mogą służyć jako płyny smarowe. Takie zastosowanie jest możliwe w systemie pompującym silników rakietowych,

— łożyska elektrostatyczne — ładunek elektrostatyczny jest używany do rozdzielania powierzchni łożysk.

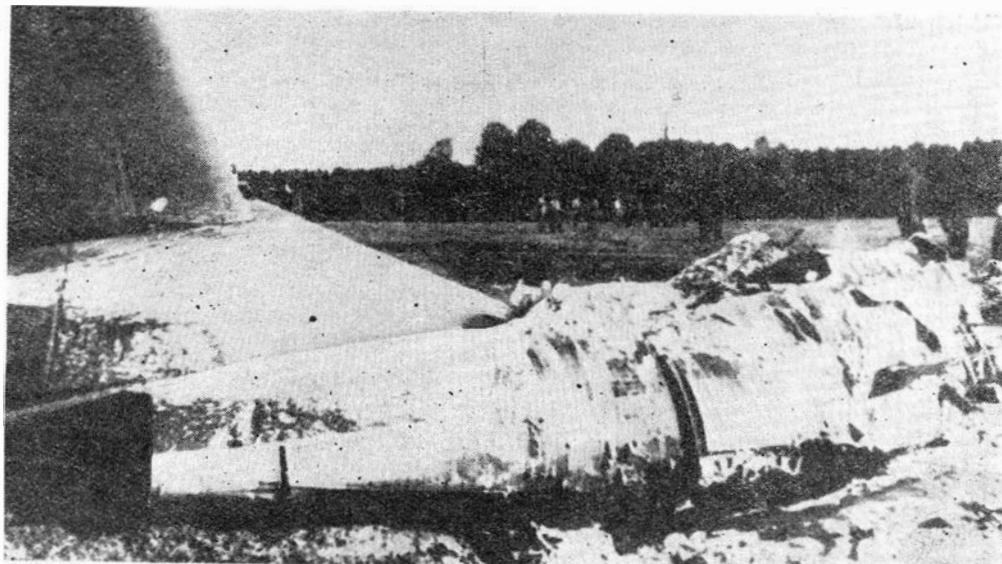
— łożyska magnetyczne — obciążone łożysko jest wspierane siłą pola elektromagnetycznego.

Z tego przeglądu widać, jak różnorodne są techniki smarowania przydatne w warunkach wysokich temperatur. Jednak najpoważniejszym problemem jest wybór właściwego układu do zastosowania w przyszłościowych pojazdach. Do podjęcia takiej decyzji potrzebna jest realizacja programu długich i trudnych badań.

Literatura

1. Atlee Z. J., Wilson J. T., Fikner J. C.: *Lubrication in vacuum by vaporized thin metallic films*, J. Appl. Phys. 11, 1940 nr 9.
2. Adamczak R. L., Benzing R. J., Schwenker H.: *Advanced lubricants and lubrication techniques*, Ind. Eng. Chem. 1964 nr 1.
3. Freundlich M. M., Hannan C. H.: *Lubrication in space*, Lubrication Eng. 1971 nr 2.
4. Gunderson R. C., Hart A. W.: *Synthetic lubricants*, Reinhold, Nowy York 1962.
5. Hopkins, Vern, Benzing R. J.: *Dynamic evaluation of high temperature hydraulic fluids*, Ind. Eng. Chem., Product Research and Development 2, 1963, nr 3.
6. Kelble J. M., Bernados J. E.: *High temperature nonmetallic materials*, Aerospace Eng. 1963 nr 1.
7. Klaus E. E.: *New developments in synthetic liquid lubricants*, „Machine Design” 1963, nr 7.
8. *Supersonic Transport by 70*, „Machine Design” 1963 nr 4.
9. Peterson M. B., Johnson R. L.: *Solid lubricants for temperatures to 1000 °F*, Lubrication Eng. 1957 nr 7.
10. Pinchbeck P. H.: „A Review of Plastic Bearings”, 1962 nr 2.
11. Sorem S. S., Gattaneo A. G.: „High temperature bearing operation in the absence of liquid lubricants” 1955 nr 4.
12. Benzing R. J., Marshall W. A.: *Air force hydraulic fluid requirements and materials development*, Soc. Automotive Eng. J. Anglia 1963.
13. Pawłowski W.: „Prace Instytutu Lotnictwa” 1960 nr 12.
14. Pawłowski W.: *Oleje do silników turbinowych*, Oprac. Rafinerii Nafty Jasto 1963.

13.9.1969 w pobliżu wioski Erkhein w NRF rozbił się zachodniemiecki samolot wojskowy „Starfighter” F104C



Dr BRONISŁAW DOSTATNI

656.7.08

W artykule omówiono przyczyny katastrof lotniczych, podano ich statystykę oraz sposoby zapobiegania.

Katastrofy lotnicze

Samolotem czy pociągiem, samochodem czy statkiem? Decyzję wyboru środka transportu, a szczególnie na długich dystansach, częstokroć poprzedza ocena skali bezpieczeństwa. Wydawałoby się, że w miarę doskonalenia środków transportowych problem ten staje się obojętny. Czy tak jest rzeczywiście? Wbrew opinii sceptyków, raczej tak. Aktualnie zastanawiamy się raczej nad środkiem najwygodniejszym, oszczędzającym czas bezsensownie stracony na podróż.

Nie mniejsze znaczenie mają określone przeżycia emocjonalne.

Każdy środek transportu wymaga wszechstronnego przygotowania technicznego. Gdybyśmy prześledzili mechanizm funkcjonowania transportu kolejowego, to można by stwierdzić, że uzyskanie tzw. „zielonego

światła” musi być potwierdzone pełną gwarancją bezpieczeństwa pasażera. Utrzymanie torów, należyty stan taboru, środki łączności itd. to zespół czynników składających się na bezpieczeństwo podróżowania.

Nieco gorzej wygląda sytuacja na szosach i autostradach, tam bowiem panuje anarchia.

A jak sprawa ta wygląda w lotnictwie? Czy latanie jest bezpieczne? Otóż na bezpieczny start i lądowanie oraz lot składa się praca setek wybitnych specjalistów, w miarę unowocześniania sprzętu wzrasta liczba pracowników, ale też zdolność przewozowa samolotu uwielokrotnia się.

W „Technice Lotniczej i Astronautycznej” wielokrotnie poruszano już problemy niezawodności i sprawności sprzętu latającego.

Teorie te ze szczególną ostrością rozwinęły się w lotnictwie, w szczególności zaś w astronautyce. Przykładem może być konfrontacja statków „Apollo” 13 i 14.

Bezpieczeństwo lotów w znacznej mierze zależy od niezawodności pracy wszystkich elementów samolotu i nie tylko. Podobnie przedstawia się sytuacja z zespołem urządzeń naziemnych. Zagadnienie niezawodności znajduje się też w centrum zainteresowania specjalistów polskich. Badania tego typu prowadzi się już od dawna w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych.

Gdzie tkwi niebezpieczeństwo lotów?

Ukształtowanie powierzchni Ziemi uwarunkowało rozwój szlaków komunikacyjnych w okresie od krawan do transportu lotniczego.

T a b l i c a. Statystyka wypadków w przewozach regularnych przedsiębiorstw krajów ICAO w latach 1960—1969

Rok	Liczba wypadków powodujących śmierć pasażerów	Liczba zabitych pasażerów	Liczba zabitych na 100 mln pasażerokm.	Liczba wypadków na 100 mln pasażerokm.	Liczba wypadków na 100 tys. godzin lotu	Liczba wypadków na 100 tys. lądowań
1960	33	873	0,80	1,06	0,38	0,50
1961	25	805	0,69	0,80	0,31	0,38
1962	28	765	0,59	0,86	0,36	0,42
1963	31	715	0,49	0,90	0,39	0,46
1964	25	661	0,39	0,68	0,30	0,35
1965	25	684	0,35	0,61	0,28	0,33
1966	32	1001	0,44	0,71	0,34	0,41
1967	30	678	0,25	0,57	0,29	0,35
1968	37	999	0,32	0,62	0,33	0,40
1969	32	1123	0,32	0,48	0,27	0,34

Aktualnie rzeźbę terenu w transporcie lotniczym rozpatruje się jedynie pod kątem:

— trudności w wyborze dogodnych terenów przeznaczonych pod budowę lotnisk.

— niebezpiecznych podejść do lądowania.

Obszary o urozmaiconej rzeźbie terenu ograniczają możliwości rozwoju transportu lądowego, natomiast znacznie zwiększają szanse wykorzystania lotnictwa. Działanie nowoczesnego samolotu nie jest ograniczone nawet największymi przeszkodami górskimi. Podobnie rzecz się ma z obszarami pustynnymi, nad którymi niegdyś — z uwagi na ograniczony pułap samolotu — groźne były burze piaskowe.

Problem, dotychczas nie rozwiązany, to przymusowe lądowanie samolotu w odległych obszarach górskich, gdzie pilotowi trudno wybrać dogodne miejsce do lądowania. Nawet najdoskonalszy i najnowocześniejszy samolot uszkodzony nad obszarami wysokogórkimi znajdzie się w obliczu wielkiego niebezpieczeństwa.

Z chwilą wprowadzenia do eksploatacji samolotów odrzutowych znacznie wzrosły wymagania w stosunku do służb meteorologicznych. Z drugiej strony zjawiska meteorologiczne w miarę ich poznawania w coraz mniejszym stopniu wpływają na ograniczenie regularności lotu. W dużej mierze przyczyniło się do tego badanie czynników atmosferycznych za pośrednictwem satelitów, np. „Kosmos” 144 przekazywał cenny materiał informacyjny o chmurach widzianych z góry. A chmury, jak twierdzą meteorologowie, to właśnie pogoda.

Naziemne stacje meteorologiczne dostarczają stosunkowo mało informacji niezbędnych do naukowej prognozy pogody. Informacje te obejmują swoim zasięgiem mniej niż jedną czwartą powierzchni kuli ziemskiej, pozostała część globu ziemskiego jest raczej niedostępna dla oka ludzkiego. „Kosmos” 144 uznano za ruchomy rejestrator pogody, a uzyskane obrazy docierają do ośrodków meteorologicznych całego świata.

Bezpieczeństwo lotu określają przede wszystkim takie czynniki jak: wiatr, temperatury, zachmurzenie,

mgły itp. Największe jednak niebezpieczeństwo dla samolotu przedstawiają zjawiska o charakterze lokalnym, niejednokrotnie trudny do określenia jest zakres ich działania. Do zjawisk takich należą: zachmurzenie, mgły czy deszcze utrudniające nawigację wzrokową, a przede wszystkim bezpieczne lądowanie.

Wydawać by się mogło, że przy tym stanie rzeczy oraz przy pełnym automatycznym zabezpieczeniu lądowania warunki meteorologiczne nie mają większego wpływu na organizację przelotów. Tymczasem ze zjawiskami tymi przedsiębiorstwa lotnicze liczą się coraz poważniej. Spowodowane to jest przede wszystkim wymaganiami, jakie stawia się w zakresie dokładności lotów.

Niebezpieczeństwo lotów w liczbach

Za podstawę określenia bezpieczeństwa lotu przyjęto wskaźnik wyrażający liczbę zabitych pasażerów w odniesieniu do 100 milionów pasażerokilometrów zrealizowanych w lotach regularnych. Podobnie potraktowano liczbę wypadków.

Według dokonanej oceny przez ICAO, pod koniec 1969 r. na samoloty odrzutowe przypadało ich ponad 85% wykonanej pracy przewozowej. Natomiast na samoloty te przypadało około 20% wypadków śmiertelnych. Należy jednak mieć na uwadze, że samoloty odrzutowe kursują zazwyczaj na liniach długodystansowych, w dodatku na dużych wysokościach i korzystają z najlepiej wyposażonych lotnisk. Samoloty śmigłowe używane są przeważnie na trasach krótkich i średnich, a tym samym do zrealizowania określonej pracy wykonują znacznie więcej startów i lądowań, a te właśnie stanowią największe prawdopodobieństwo katastrofy.

Z tablicy wynika, że liczba katastrof lotniczych w stosunku do liczby przewozów systematycznie się zmniejsza. Jest to wynik postępu technicznego, a przede wszystkim technicznego zabezpieczenia lotów.

W miarę wzrostu przewozów lotniczych zarówno przemysł lotniczy, jak i przedsiębiorstwa lotnicze, in-



12.1.1970 w pobliżu miejscowości Villia w Grecji rozbił się wojskowy samolot transportowy, na pokładzie którego znajdowało się 17 spadochroniarzy i 5 członków załogi. Wszyscy ponieśli śmierć

stytuty naukowe prowadzą stałe badania zmierzające do maksymalnego zabezpieczenia lotu.

Różne sytuacje w procesie rozwoju lotnictwa zmuszały do szukania najkorzystniejszych warunków bezpieczeństwa. Kiedy np. w 1957 r. przedsiębiorstwo SAS przystąpiło do eksploatacji szlaku prowadzącego przez Biegun Północny, szukano jednocześnie metod zabezpieczenia pasażerów w przypadku przymusowego lądowania na lodach północy. Przepisy SAS ściśle określały zachowanie się załogi w przypadku „lądowania lub wodowania, a nawet lodowania”. Między innymi czytamy „w sytuacji lodowania należy ewakuować pasażerów przynajmniej na odległość 100 m od samolotu w stronę nawietrzną (ewentualność pożaru)”. Jeśli samolot nie jest uszkodzony i na lodach nie zagraża mu zatonięcie, to należy wykorzystać go do ochrony pasażerów. W takiej sytuacji należy usunąć część foteli w celu zwiększenia powierzchni, a także zorganizować opiekę i zabezpieczenie przed odmrożeniem i śnieżną ślepotą.

Przyczyny katastrof lotniczych i zapobieganie im

Jak już na wstępie stwierdzono, w miarę wprowadzenia do eksploatacji nowego sprzętu liczba katastrof zmniejsza się. Każda jednak z nich pociąga za sobą groźne skutki ze względu na większą liczbę pasażerów znajdujących się na pokładzie. Zapewnienie pełnego bezpieczeństwa lotu nowoczesnego samolotu stanowi zagadnienie pierwszoplanowe w pracy każdego przedsiębiorstwa, ponieważ katastrofa lotnicza wywołuje głębokie konsekwencje psychiczne, budzi pewną podejrzliwość potencjalnego pasażera w stosunku do przedsiębiorstwa czy nawet określonego typu samolotu.

Wśród katastrof lotniczych, nie będąc nawet znawcą techniki lotniczej, pasażer potrafi rozróżnić katastrofy nieuniknione od katastrof zawinionych. W tej sytuacji bieżąca i pełna informacja obejmująca kompleksową ocenę zdarzenia powoduje złagodzenie napięcia, a nawet szybkie zapomnienie.

W każdej katastrofie lotniczej szuka się odpowiedzi na następujące pytania:

- kto spowodował katastrofę?
- w jakich okolicznościach się ona wydarzyła i jakie były jej podstawowe przyczyny?
- jakie należało stosować środki zaradcze dla zapobieżenia katastrofie?
- co należy przedsięwziąć, ażeby w przyszłości nie dopuścić do podobnej sytuacji?

Podstawowym zadaniem zarówno producenta, jak i użytkownika samolotu, jest troska o jakość i bezpieczeństwo lotów, troska, której celem jest poznanie i usunięcie przesłanek stwarzających sytuację awaryjną.

Bezpieczeństwo w dużej mierze zależy od postępowania załogi samolotu. Pracy załogi nie powinny zakłócać jakiegokolwiek czynników subiektywnych. Zmęczony kierowca może zatrzymać samochód, natomiast pilot nie może tego dokonać podczas lotu. Warunki pracy załogi wymagają precyzyjnego określenia.

Wszystkie katastrofy lotnicze podlegają bardzo wnikliwym badaniom, a ich wyniki dokładnie przekazywane do wiadomości publicznej.

W procesie badań katastrofy stosuje się zazwyczaj trzy metody: analityczną, statystyczną i eksperymentalną.

Powszechnie stosuje się połączenie wszystkich metod w celu uzyskania kompleksowego obrazu. Obrazu, który nie tylko stanowi ocenę wypadku, ale przede wszystkim dostarcza odpowiednich urządzeń do przeciwdziałania podobnej sytuacji.

Metoda statystyczna prowadzona jest w sposób ciągły, co pozwala na wykrycie i uszeregowanie podstawowych przyczyn w przypadku powtarzania się awarii czy katastrof. W oparciu o uzyskane obserwacje statystyczne do działania wkracza metoda analityczna opierająca się na skrupulatnym badaniu przyczyn wypadku.

Bezpieczeństwo lotu przy masowym zastosowaniu samolotu stało się już sprawą wagi państwowej. Obok



6.8.1970 w odległości 5 km od sztokholmskiego lotniska Avlanda rozbił się hiszpański odrzutowy samolot pasażerski, na pokładzie którego znajdowało się 10 członków załogi. 6 osób poniosło śmierć

wypadku lotniczego, a nawet przesłanki, nie można przejść obojętnie. Nie może być również sytuacji wątpliwych obciążających określone osoby „na wszelki wypadek”, jak to miało miejsce w 1970 r. z kpt. Rembielińskim.

Przy Komitecie Technicznym IATA działa grupa doradcza powołana do spraw bezpieczeństwa lotów. Grupa ta prowadzi szczegółowe badania każdego wypadku i ustala jego przyczyny.

Komitet ten prowadzi liczne sympozja i narady poświęcone zapobieganiu wypadkom lotniczym. Dla informacji przedstawiam jeden z programów sympozjum:

- technika pilotażu w warunkach niespokojnej atmosfery (turbulencja i towarzyszące jej efekty, szczególnie w odniesieniu do samolotów odrzutowych o dużej rozpiętości skrzydeł)

- technika lądowania i startu (stopień wyszkolenia pilota i umiejętność wykorzystania istniejących pomocy radiowych przy podejściu do lądowania, metody i praktyka lądowania na pasie śliskim, przed pasem i poza nim; właściwe wykorzystanie parametrów technicznych samolotu w technice startu i lądowania w określonych warunkach atmosferycznych)

- czynnik biologiczny (ograniczenie zdolności percepcji i wytwarzania nawyków pilota w czasie szkolenia, działanie czynników zewnętrznych, takich jak napięcie psychiczne w czasie treningów i wykonywania lotów rejsowych, szybkość reagowania na bodźce itp.; wybór kandydatów do szkolenia w pilotażu podstawowym z punktu widzenia przydatności psychofizycznej i inne).

Podobne sympozja mają charakter ciągły i systematyczny, a bogate materiały źródłowe uzyskiwane są od poszczególnych przedsiębiorstw, które dzielą się między sobą doświadczeniami.

Zwróćmy uwagę na tematykę przedstawionego sympozjum. Wszechstronne przygotowanie pilota, zbadań jego predyspozycji do wykonywanego zawodu.

Chciałbym to specjalnie podkreślić, bowiem zasada ta obowiązuje w każdym przedsiębiorstwie, również i w naszym.

Źródła oceny katastrof lotniczych

Większość katastrof lotniczych w terenach górzystych lub nad obszarami wodnymi kończy się zazwyczaj śmiercią członków załogi, a także zniszczeniem sprzętu, co nie pozwala na odtworzenie faktycznego przebiegu wypadku. Te ewentualności zostały przewidziane, a informacje o pracy sprzętu na trwałe zachowane. Doświadczenia lotów kosmicznych, jakkolwiek bardzo kosztowne, w pojedynczych wypadkach, a głównie w czasie badań prototypów mogą tam być wykorzystane. Ośrodki dyspozycyjne mogą otrzymać wszelkie informacje, zarówno o sprzęcie jak i załodze. Sposób tańszy i również skuteczny, to rejestratory parametrów lotu.

Informacje dostarczane przez rejestratory, zainstalowane na pokładzie samolotu okazują się niezwykle pomocne w ustalaniu przyczyn wypadków lotniczych.

Na doskonałych rejestratorach uzyskać można około 22 zapisów. Szczególne zainteresowanie budzą jednak

takie parametry jak: prędkość, wysokość lotu, przyspieszenie boczne i pionowe, działanie sterów i urządzeń stabilizacyjnych oraz podstawowe dane o pracy silników. Katastrofa lotnicza zaistnieć może w każdej fazie lotu, jednakże największe prawdopodobieństwo istnieje w czasie startu i bezpośrednio po nim, względnie w czasie lub przed lądowaniem. Te fazy lotu rejestrowane są jednak bardzo szczegółowo i „magazynowane” na taśmach magnetofonowych na wieżach kontrolnych. Taśmy te stanowią cenne źródło dla ekspertów od wypadków lotniczych.

Z własnego doświadczenia mogę stwierdzić, że w trakcie analizy jednego z wypadków precyzyjne i wielokrotne przesłuchanie zapisów na taśmie oraz ustalenie dodatkowych informacji przypisanych pilotowi podejrzanemu o naruszenie przepisów ruchu lotniczego spowodowało zmianę werdyktu na korzyść podejrzanego.

Po każdej katastrofie czy też awarii najważniejsze jest odzyskanie zapisów rejestratora i taśmy magnetofonowej, nawet po całkowitym zniszczeniu lub pożarze samolotu, a w szczególności w przypadku zatonięcia samolotu.

Np. w liniach brytyjskich zastosowano urządzenia, które powodują, że rejestratory są wyrzucane automatycznie w następujących warunkach:

- przy zderzeniu się samolotu z ziemią
- przy wzroście temperatury w skali ponad 100°C na minutę (pożar)
- pod ciśnieniem wody, z głębokości ponad 10 metrów (rejestrator wypływa i utrzymuje się na powierzchni wody).

W tym ostatnim przypadku odpowiednie środki techniczne w postaci sygnałów świetlnych, barwnych i radiowych ułatwiają odnalezienie rejestratorów.

Chyba najgroźniejszym zjawiskiem jest pożar. Niektóre przedsiębiorstwa stosują paliwa o zmiennej konsystencji. Metoda ta polega na wtryskiwaniu do zbiorników specjalnej domieszki ścinającej paliwo.

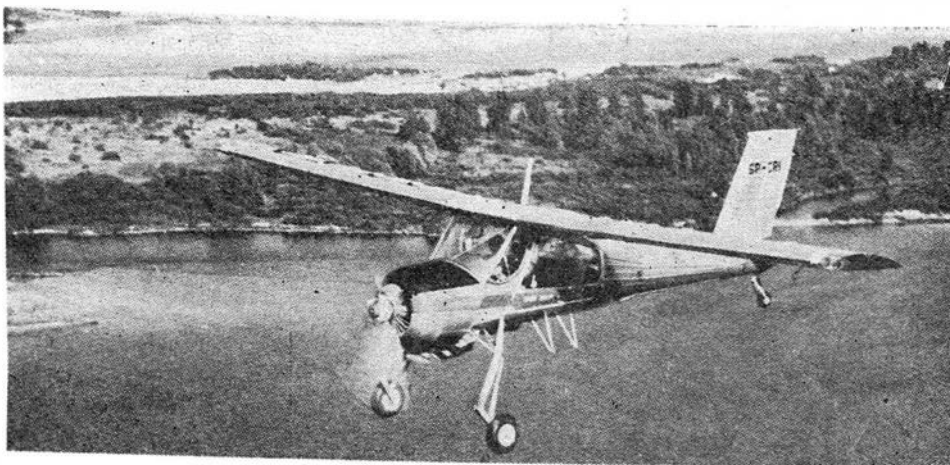
Instytuty lotnicze śledzą każdy wypadek, szeregują przyczyny i szukają środków zaradczych. W informacji zawartej w tablicy widoczne są pewne wahania w liczbie katastrof. W ostatnich latach pojawiły się nowe przesłanki, a mianowicie uprowadzacz. Należy przypuszczać, że katastrofa samolotu VC-10 należąca do nigeryjskich linii lotniczych spowodowana była walką na pokładzie. Podobny wypadek spotkał samolot szwajcarskich linii lotniczych. Obecnie i te przypadki stanowią przedmiot gruntownych studiów.

Warto odnotować w tym miejscu postawę pilotów w podobnych przypadkach. Do czołowych postaci w tym względzie należy przypadek w naszym kraju. Próba uprowadzenia samolotu An-24 lecącego z Katowic do Warszawy nie powiodła się, a mimo pożaru na pokładzie pilot szczęśliwie wylądował i ocalał życie pasażerom.

Mimo dość groźnego tytułu tego artykułu w dalszym ciągu potrzynuję tezę, że samolot należy do najbardziej bezpiecznych środków przewozowych. Nad realizacją programu bezpieczeństwa czuwa cała armia specjalistów, która uważa swoje zawody za wyjątkowo odpowiedzialne.

W artykule przedstawiono historię powstania polskiego lotnictwa sanitarnego, które zostało powołane do życia w 1955 r. zarządzeniem Ministra Zdrowia, następnie opisano, jakim przeobrażeniom uległo na przestrzeni 15 lat swej działalności. W drugiej części artykułu przedstawiono aktualne problemy i perspektywy dalszego rozwoju polskiego lotnictwa sanitarnego.

Samolot „Wilga” 3 w wersji sanitarnej



Mgr inż. ZDZISŁAW OLSZAŃSKI

POLSKIE LOTNICTWO SANITARNE

Działalność, aktualne problemy, perspektywy dalszego rozwoju

4 września 1917 roku dzienniki paryskie na pierwszych stronach podały wiadomość, że lekarz francuski przewiózł dwóch rannych żołnierzy w specjalnie do tego celu przystosowanym samolocie. Żołnierze ci przewiezieni zostali z linii frontu do szpitala i życie ich zostało uratowane. Wydarzenie to było pierwszym w historii lotnictwa wykorzystaniem samolotu jako środka transportu sanitarnego.

Od tej pory minęło ponad 50 lat.

Gwałtowny rozwój konstrukcji lotniczych w tym okresie spowodował, że samolot ze względu na swoje wartości użytkowe wykorzystywany był w coraz to innych dziedzinach życia gospodarczego, a przede wszystkim w transporcie. Na stałe też samolot wprowadzony został jako środek transportu sanitarnego. W Polsce przed rokiem 1955 lotnicze transporty sanitarne wykonywane były sporadycznie, przez pilotów i samoloty wojskowe lub „Aeroklubu”. Co prawda niektóre województwa miały 1 lub 2 samoloty sanitarne fundowane ze składek społeczeństwa, jednak samoloty te nie były przystosowane do przewozu chorych, nie stawiano im takich wymagań jak obecnie i praktycznie miały większą wartość propagandową niż użyteczną. Jednak nawet te nieliczne, w wyjątkowych tylko wypadkach wykonywane loty sanitarne nie pozostające w żadnym stosunku liczbowym do liczby transportów lotniczych wykonywanych obecnie, wykazały, że zapotrzebowanie na tego rodzaju usługi istnieje i jest dość duże. Te motywy zadecydowały, że podjęte zostały starania o zorganizowanie stałej służby lotniczego transportu sanitarnego.

W wyniku tych starań w 1955 r. Minister Zdrowia formalnym zarządzeniem powołuje lotnictwo sanitarne i ustala zasady jego działania. Pierwsze zespoły lotnictwa sanitarnego powstały przy wojewódzkich stacjach Pogotowia Ratunkowego. Początkowo zorganizowano zespoły w Warszawie, Wrocławiu, Białymstoku, Poznaniu i Bydgoszczy, a potem kolejno w innych województwach, a obecnie jest ich 15.

Początki lotnictwa sanitarnego były trudne. Brak było sprawdzonych wzorów organizacyjnych, nie było ustalonych form działania, brakowało odpowiedniego sprzętu, nie było żadnego zaplecza technicznego.

Byli natomiast ludzie. Początkowo szczupła kadra pilotów, techników i lekarzy z prawdziwym zapałem, niejednokrotnie kosztem osobistych wyrzeczeń, od podstaw tworzyła nowy rodzaj polskiego lotnictwa. Dla ludzi tych praca w lotnictwie sanitarnym była czymś więcej niż pracą w znaczeniu, jakie ogólnie rozumiemy. Pracy tej poświęcili oni znaczną część swojego życia, niektórzy z nich — nawet życie.

Z procesem tworzenia i kształtowania się lotnictwa sanitarnego na zawsze pozostaną związane nazwiska takich osób, jak dyr. Tadeusz Więckowski, dr Maria Cieślukowa i inni.

Stopniowo, wysiłkiem ludzi przy wydatnej pomocy resortu i władz terenowych, nowy rodzaj transportu sanitarnego rozwijał się coraz szybciej: gromadzony był potrzebny sprzęt lotniczy, na niektórych lotniskach zaczęto budować hangary. Wzrastała liczba lotów.

Liczba przewozów ciągle zwiększała się: w 1956 r. wykonano ich 3,5 tys., w 1958 r. ponad 6 tys., aż do obecnie utrzymującej się liczby ok. 8 tys. rocznie.

W początkowym okresie podstawowym typem samolotu w lotnictwie sanitarnym był samolot CSS-13. Samolot ten nie był dostosowany do transportu sanitarnego, nie spełniał podstawowych wymagań, jakie obecnie stawiamy. Miał małą prędkość przelotową, brak klimatyzacji, brak miejsca w kabinie, utrudniony dostęp do chorego, brak było też wyposażenia radionawigacyjnego oraz radiowego. Dziś z pewnym rozrzewnieniem patrzymy na ostatnie egzemplarze tych samolotów, będące żywym dowodem jak niedoskonałym sprzętem posługiwaliśmy się jeszcze 10 lat temu, ale również będące dowodem jak szybko następowały zmiany.



Śmigłowiec SM-1 w wersji sanitarnej

Stopniowo samoloty CSS-13 były wycofywane z eksploatacji, a na ich miejsce wchodziły samoloty PZL-101, „Jak” 12, śmigłowce SM-1, a następnie dwusilnikowe samoloty „Aero” i „Morawa”. Wprowadzony nowy sprzęt pozwolił na zwiększenie liczby wykonywanych usług, rozszerzył ich zakres, a przede wszystkim polepszył jakość. Jako ilustrację wystarczy podać, że transport z Warszawy do Szczecina samolotem CSS-13 trwał ok. 4 godz., a samolotami „Aero” lub „Morawa” trwa ok. 2 godzin. Obok skrócenia czasu transportu poprawie uległy warunki, w jakich chory był przewożony.

Kabina jest bardziej obszerna, umożliwia przewóz dwóch chorych jednocześnie, lekarz znajduje się bezpośrednio przy chorym i w razie potrzeby może wykonywać niezbędne zabiegi.

Wyposażenie radiowe i radionawigacyjne nowych samolotów zwiększyło niezawodność i bezpieczeństwo lotów. Obecnie nie do pomyślenia jest jakikolwiek lot sanitarny bez łączności radiowej. Ewolucja, jaka następowała w zakresie wyposażenia w sprzęt lotniczy wynika z oczywistego faktu, że postęp w lotnictwie jest szybki, że stawiane są coraz ostrzejsze warunki, a spełnienie ich egzekwowane jest przez przepisy.

Równoległe ze zmianą wyposażenia, ze zwiększeniem wymagań we wszystkich dziedzinach działalności lotniczej nastąpiły zmiany jakościowe wśród kadry pilotów i techników lotnictwa sanitarnego. Piloci zdobywali uprawnienia pilotów śmigłowcowych, upraw-

nienia radiotelefonistów lotniczych, a następnie uprawnienia do lotów za pomocą przyrządów w trudnych warunkach atmosferycznych (bez widoczności ziemi), tzw. lotów IFR. Technicy poznawali zasady obsługi nowych samolotów, zdobywali licencje mechaników śmigłowcowych, uzyskiwali uprawnienia do obsługi nowego osprzętu i wyposażenia radiowego. Równocześnie prowadzone było szkolenie średniego personelu medycznego uwzględniające specyfikę pracy w powietrzu.

W efekcie pracownicy lotnictwa sanitarnego, to ludzie o bardzo dużym doświadczeniu, z dużą wiedzą fachową. Większość spośród pilotów i średniego personelu medycznego legitymuje się kilkoma tysiącami godzin pracy w powietrzu. Mechanicy uważani są za specjalistów lotniczych o wysokich kwalifikacjach. Z prawdziwym zadowoleniem i satysfakcją możemy dzisiaj powiedzieć, że dysponujemy kadrą w pełni przygotowaną do wykonywania naszych zadań.

Zadania te nie są łatwe, niejednokrotnie, a nawet bardzo często stoją na pograniczu dużego ryzyka własnego. Dlatego od naszych pracowników wymagamy nie tylko kwalifikacji fachowych, wymagamy nie tylko rzetelnej i uczciwej pracy, ale w niektórych przypadkach również i poświęcenia.

Takim przeobrażeniem uległa kadra i sprzęt. Równoległe następowały zmiany w zakresie wykonywanych zadań. Rosła ich liczba.

Obok podstawowych zadań takich, jak przewóz chorych i rannych, przewóz krwi, leków i aparatury medycznej oraz interwencje w wypadkach zaczęto wykonywać zadania specjalne z zakresu ratownictwa morskiego i górskiego. Przeprowadzane były udane akcje odnajdywania i ratowania rozbitków na morzu, odnajdywania zaginionych kutrów rybackich, dostawy leków na pokład statku, przejmowanie rozbitków z kry lodowej bezpośrednio na pokład śmigłowca. Były akcje wykonywane w terenie górzystym w Bieszczadach, a nawet w Wysokich Tatrach. Niektóre z nich były na pograniczu prawdziwego wyczynu. Obecnie wykonywanych jest ok. 8 tys. transportów sanitarnych rocznie, a piloci i personel

Samolot CSS-13 w wersji sanitarnej



medyczny spędzają w powietrzu ponad 13 tys. godzin. Na terenie wszystkich województw utworzona została sieć lądowisk. Praktycznie obszar całej Polski uzyskał osłonę lotnictwa sanitarnego. Wprowadzenie śmigłowców pozwoliło na zabezpieczenie rejonów o szczególnie trudnych warunkach atmosferycznych i terenowych oraz umożliwiło interwencje w wypadkach i przewóz rannego bezpośrednio z miejsca wypadku na teren szpitala.

Nasze załogi i sprzęt rozmieszczone w 15 zespołach na terenie kraju pozostają w stałej gotowości do lotu na każde wezwanie. Czas od momentu wezwania do odlotu samolotu mierzony jest w minutach. Bez przesady możemy powiedzieć, biorąc pod uwagę organizację, liczbę i jakość wykonywanych usług z zakresu transportu sanitarnego oraz innych form ratownictwa, że lecnicstwo sanitarne w Polsce jest służbą unikalną i nie znajduje odpowiednika w wielu krajach.

Niejednokrotnie spotykamy się z przypadkami, że z zagranicy sięgają do naszych doświadczeń i wzorów. Doświadczeń tych nie uzyskaliśmy łatwo, zdobyte zostały z dużym trudem na przestrzeni wielu lat. Tak w skrócie kształtował się rozwój lotnictwa sanitarnego.

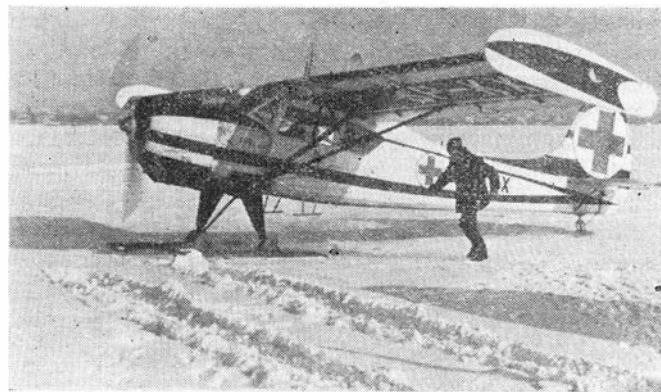
Organizacja lotnictwa sanitarnego

Na terenie kraju jest 14 zespołów lotnictwa sanitarnego, we wszystkich województwach z wyjątkiem opolskiego i łódzkiego. Dodatkowo, zespół w Rzeszowie wyodrębnił samodzielną jednostkę w Sanoku do wykonywania zadań na terenie Bieszczadów.

Niezależnie od tych zespołów w Warszawie powołano Centralny Zespół Lotnictwa Sanitarnego. Zespół ten oprócz wykonywanych zadań w zakresie transportu sanitarnego z ramienia Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej sprawuje nadzór merytoryczny nad pracą wszystkich zespołów lotnictwa sanitarnego.

Funkcja Centralnego Zespołu Lotnictwa Sanitarnego w stosunku do zespołów wojewódzkich nie sprowadza się wyłącznie do sprawowania nadzoru nad ich działalnością. W Centralnym Zespole wykonywane są w szerokim zakresie konkretne prace na rzecz całego lotnictwa sanitarnego. Tutaj skupiają się wszystkie zagadnienia techniczne, szkoleniowe, ruchowe, częściowo również i medyczne. Tutaj opracowywane są plany rozwojowe we wszystkich zakresach działalności. Zespoły lotnictwa sanitarnego, z wyjątkiem central-

Samolot „Morava” w wersji sanitarnej



Samolot „Gawron” w wersji sanitarnej
Fot. Jan A. Sierpiński

nego, pozostają w dyspozycji wojewódzkich stacji Pogotowia Ratunkowego i stamtąd otrzymują polecenia dotyczące wykonywania transportów lotniczych. Administracyjne zespoły wojewódzkie podlegają: wojewódzkim kolumnom Transportu Sanitarnego lub wojewódzkim stacjom Pogotowia Ratunkowego.

Zadania lotnictwa sanitarnego określone są Zarządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej i sprowadzają się do trzech zasadniczych punktów:

- Transport chorych i rannych
- Przewóz konsultantów, krwi, leków lub instrumentów medycznych w pilnych przypadkach
- Inne loty w celu niesienia pomocy.

Do niedawna istniała dość duża rozbieżność interpretacji odnośnie do zasad realizowania tych zadań. Były wątpliwości, jakie przypadki należy transportować a jakich nie, czym kierować się przy ustalaniu wskazań do tego transportu. Problem ten w zasadzie został uregulowany w roku 1968, opracowane w Centralnym Zespole *Wskazania i przeciwwskazania do transportu lotniczego* akceptowane zostały przez Departament Profilaktyki i Lecznictwa i wydane jako zalecenia Ministerstwa i Opieki Społecznej do realizacji.

Oprócz tych zadań podstawowych Zespoły Lotnictwa Sanitarnego w Szczecinie i w Gdańsku wykonują zadania z zakresu ratownictwa morskiego. Są to loty patrolowe nad torami wodnymi, rozpoznawanie ruchu kry lodowej, rozpoznawanie szkód posztormowych, odnajdywanie zaginionych kutrów itp. Zadania te są wykonywane poza podstawową działalnością, jednak charakterem są do niej zbliżone, niejednokrotnie bowiem mają miejsce akcje typowo ratownicze. Zadania te są wykonywane na zlecenie urzędów morskich w Szczecinie i w Gdańsku. Działalność ta z uwagi na bardzo dużą przydatność społeczną powinna być kontynuowana i rozwijana.

Aktualnie zespoły lotnictwa sanitarnego wykonują ok. 8 tys. transportów sanitarnych. Należy się spodziewać, że liczba tych transportów będzie rosła. Wynika to stąd, że wzrastać będzie ogólne zapotrzebowanie społeczeństwa na wszelkiego rodzaju usługi służby zdrowia, w tym również na transport sanitarny.

Szybko postępujący proces uprzemysłowienia kraju, urbanizacja, chemizacja rolnictwa, gwałtowny rozwój motoryzacji — wszystko to powodować będzie wzrost zachorowań w pewnych grupach, a przede wszystkim: choroby układu krążenia, choroby przewodu po-

karmowego, choroby nerwowe oraz wszelkiego typu urazy związane z coraz to większą liczbą wypadków. Ponadto pamiętać należy, że stopniowo następuje proces starzenia się naszego społeczeństwa. O ile w roku 1970 było ok. 13% ludzi powyżej 69 lat, to w roku 1975 będą oni stanowić ponad 16% ogółu ludności. Wzrasta więc liczba ludzi powyżej wieku 60 lat, a zatem bardziej podatnych na wszelkiego typu zachorowania. Te czynniki powodować będą wzrost zapotrzebowania na usługi służby zdrowia. Liczba sanitarnych transportów lotniczych do roku 1975 wzrośnie o ponad 50% w odniesieniu do stanu obecnego.

Dodatkowe zadania będzie można wykonać bez wyraźnego zwiększenia nakładów inwestycyjnych, ponieważ efekt ten uzyska się przez pełniejsze wykorzystanie posiadanego sprzętu.

Już w tej chwili widać wyraźnie, że wprowadzona dwa lata temu koordynacja transportów lotniczych wykonywanych przez poszczególne zespoły wydatnie zmniejszyła liczbę tzw. „pustych przelotów” (tzn. przelotów, w których samolot po przetransportowaniu chorego do miejsca docelowego wraca bez pasażera). Wprowadzona koordynacja nie jest jeszcze pełna — dalsze zmniejszenie liczby pustych przelotów oraz zwiększanie godzin nalotu na jeden samolot pozwoli na wykonanie większej liczby transportów bez potrzeby zwiększenia liczby samolotów. Będzie to korzystne z punktu widzenia prawidłowości eksploatacji sprzętu i z punktu widzenia ekonomicznego.

Sprzęt lotnictwa sanitarnego

W lotnictwie sanitarnym eksploatowane są obecnie 3 zasadnicze rodzaje sprzętu lotniczego:

- samoloty dwusilnikowe typu „Super Aero”, „Aero” 145 i „Morava” L-200; samoloty te mają stosunkowo dużą prędkość przelotową, wykorzystywane są do transportów dalekich — międzywojewódzkich i do lotów poza granice kraju. Samoloty te mogą startować wyłącznie z lotnisk;

- drugą grupę stanowią samoloty typu PZL-101 oraz samoloty „Jak” 12A i „Jak” 12M, mają one mniejszą prędkość przelotową i wykorzystywane są przeważnie do transportu wewnątrz danego województwa. Mogą one lądować na lądowiskach w terenie przygodnym

- trzeci rodzaj sprzętu lotniczego — śmigłowce przeznaczone są przede wszystkim do wykonywania lotów do wypadków i w bardzo trudnych warunkach meteorologicznych i terenowych. Śmigłowce mogą lądować praktycznie w każdym miejscu, niejednokrotnie bezpośrednio na terenie szpitala.

Tego typu podział sprzętu i zasady jego wykorzystywania powinien być utrzymany w przyszłości.

Należy natomiast bezwzględnie dążyć do likwidacji różnorodności typów samolotów wewnątrz poszczególnych klas. Liczba samolotów w zasadzie wystarcza. Kupno nowych samolotów będzie jednak potrzebne z uwagi na wymianę sprzętu zużytego. Brak jest natomiast dostatecznej liczby śmigłowców.

Jak będzie się kształtowała sytuacja sprzętowa w latach przyszłych i jakie w tym okresie będą kierunki inwestycji. Wyraźnie tutaj należy stwierdzić, że sytuacja jest bardzo trudna. Przemysł lotniczy przerwał produkcję samolotów jednosilnikowych, które były przydatne w transporcie sanitarnym, nie produkuje również samolotów dwusilnikowych. Możliwość na-

bycia potrzebnych samolotów tej klasy na rynkach zagranicznych w strefie rublowej jest znikoma.

W Czechosłowacji produkcja samolotów „Aero” i „Morava” została zakończona już kilka lat temu. Samolot, który w ich miejsca będzie produkowany, nie będzie przydatny do naszych celów. Tak więc przyszłość, jeśli chodzi o samoloty jedno- i dwusilnikowe, nie jest jasna. Stan ten poważnie niepokoi lotnicze zespoły sanitarne, pomijając już fakt, że w ogóle uniemożliwia realne planowanie zaopatrzenia w sprzęt lotniczy. Te samoloty, które są eksploatowane, wystarczą na ok. 5 lat, o ile oczywiście utrzymana zostanie produkcja części zamiennych niezbędnych przy wykonywaniu przeglądów i napraw.

Należy liczyć, że w okresie tych 5 lat być może zaistnieją możliwości wymiany starego sprzętu na nowy. Możliwości te powinny zostać stworzone przynajmniej w klasie samolotów jednosilnikowych. Zagadnienie to powinno być przedmiotem szczególnej troski wszystkich instancji i osób, które są odpowiedzialne za dalszy rozwój poszczególnych dziedzin polskiego lotnictwa.

Jeśli chodzi o śmigłowce sytuacja jest bardziej optymistyczna. Śmigłowce są i będą przez przemysł krajowy produkowane, jak np. Mi-2.

Śmigłowiec ten z uwagi na osiągi będzie w znacznie większym stopniu przydatny w transporcie sanitarnym niż dotychczas użytkowany typu SM-1. Nowy śmigłowiec będzie mógł być wyposażony w aparaturę medyczną zgodnie z najnowszymi wymaganiami reanimacji. Duża, obszerna kabina pozwoli lekarzowi na wykonywanie zabiegów bezpośrednio na pokładzie śmigłowca. Znacznie większe będą również możliwości wykorzystania tego śmigłowca w ratownictwie morskim i górskim.

Obok bez porównania lepszych osiągnięć, śmigłowiec Mi-2 pomimo wysokiej ceny zakupu jest tańszy w eksploatacji od śmigłowców aktualnie użytkowanych. Koszt przelotu 1 km jest mniejszy o ok. 6 zł. Te czynniki powodują, że należy możliwie najszybciej wprowadzić śmigłowce Mi-2 do eksploatacji w lotnictwie sanitarnym. Na przeszkodzie stoją ograniczone możliwości realizacji zamówień przez zakład produkujący. Liczymy jednak, że w roku 1971 pierwsze śmigłowce Mi-2 zostaną zakupione i wprowadzone do eksploatacji.

Aby sprzęt, który jest użytkowany w lotnictwie sanitarnym mógł być utrzymany w ciągłej eksploatacji, musi być rozwiązane zagadnienie remontów.

Remonty samolotów „Aero” i „Morava” przeprowadzane są obecnie w Czechosłowacji i co roku zawiera się odpowiednie umowy handlowe. Zakres i liczba remontów tych samolotów w pewnym stopniu ograniczone są limitem dewizowym.

Sprzęt produkcji krajowej remontowany jest w Polsce, częściowo w zakładach wojskowych, a w części w zakładach Aeroklubu PRL. Z remontami samolotów i śmigłowców lotnictwa sanitarnego są poważne kłopoty, rozumiałe jest bowiem, że zakłady remontowe w pierwszej kolejności zabezpieczają własne potrzeby, a my w zasadzie korzystamy jedynie z dobrej woli i uprzejmości takich potentatów lotniczych jak wojska lotnicze i Aeroklub. Na szczęście na tę dobrą wolę i uprzejmość zawsze możemy liczyć. Niemniej zagadnienie remontu sprzętu lotniczego w kraju jest

palącym problemem i wymaga rozwiązania na szczeblu centralnym.

Taki jest nasz postulat pod adresem Centralnego Zarządu Lotnictwa Cywilnego i Zjednoczenia Przemysłu Lotniczego, ponieważ sprzęt, który jest eksploatowany, musi być w sposób możliwie pełny wykorzystywany.

Koordinacja transportów sanitarnych, o której była mowa, zwiększanie się liczby usług powodują, że rosną liczby nalołów rocznych przypadających na jeden samolot. Proces ten jest trochę hamowany z powodu utrzymującego się dotychczas wśród części lekarzy poglądu, że transport lotniczy jest drogi, a wobec tego należy ograniczać liczbę przypadków, jakie są do tego transportu zgłaszane. I tu stajemy wobec paradoksu, bo właśnie te tendencje, ta mylnie pojęta oszczędność powodują wzrost kosztów jednostkowych w transporcie lotniczym. Wynika to bowiem z faktu, że większość kosztów naszej działalności, to koszty stałe, a więc niezależne od tego, czy samoloty latają czy nie. Z analizy ekonomicznej, która aktualnie jest przeprowadzana, wynika, że koszty stałe wynoszą ponad 80% ogółu kosztów.

Jeżeli więc utrzymując na tym samym poziomie nasz stan posiadania i nasze wydatki będziemy zwiększać liczbę wykonywanych usług, to koszt wykonania jednej usługi i koszt przelotu 1 km będą malały i przy pewnej liczbie wykonanych usług koszt przewozu na odległość 1 km może być zrównany z kosztem transportu samochodem, a nawet od niego mniejszy. Obserwuje się więc pewną korzystną zbieżność. Z jednej strony przewidywany wzrost zapotrzebowania na usługi lotnicze, z drugiej zmniejszenie kosztów wykonywania tych usług. Te czynniki powinny powodować zwiększenie wykorzystania lotnictwa sanitarnego.

Obok zakresu zadań, które są aktualnie wykonywane, lotnictwo sanitarne jako zorganizowana służba posiadająca stosunkowo dużą liczbę samolotów o różnych charakterystykach, a wobec tego i o różnych możliwościach zastosowania, dysponująca dobrze przygotowaną kadrą pilotów i techników, stanowi poważny potencjał, który może być wykorzystany w razie zagrożenia bezpieczeństwu państwa i w okresie wojny.

Przy omawianiu działalności lotnictwa sanitarnego, przy ustalaniu kierunków jego dalszego rozwoju ten czynnik powinien być uwzględniony jako bardzo ważki.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na pewne aspekty działalności lotnictwa sanitarnego, które nie zawsze i nie przez wszystkich są dostrzegane. Oczywiście, dobrze wiadomo o liczbach wykonywanych transportów, o milionach przelecianych kilometrów, o specjalnych akcjach ratowniczych, o których potem pisze prasa, wiadomo, że działalność ta jest oceniana pozytywnie i cieszy się dużym uznaniem ze strony społeczeństwa.

Ale obok tych konkretnych efektów pracy lotnictwa sanitarnego istnieją również pewne wartości, które są trudne do przeliczenia.

Taką wartością na pewno jest świadomość, jaką ma każdy obywatel naszego kraju, że w przypadku kiedy zajdzie potrzeba udzielenia mu pomocy, może skorzystać z tak nowoczesnego środka transportu, jakim jest samolot, bez ponoszenia żadnych kosztów. Taką wartością jest również fakt, że stworzone zostały nowe skojarzenie w umysłach ludzi dotyczące samolotu, który do niedawna był narzędziem i synonimem wojny, który znalazł jednak w Polsce tak piękne i tak humanitarne zastosowanie.

Mgr inż. MARIAN GRODECKI

ELEKTRONICZNY SYSTEM RATOWNICTWA

Opisany tu elektroniczny system służący ratownictwu morskiemu opracowano w Zakładach Becker Augwerk w Baden Baden w NRF na zamówienie Niemieckich Związkowych Sił Lotniczych, przy czym przez producenta oferuje się go innym państwom zachodnim. System ten służy do odnajdywania i spieszenia z pomocą rozbitkom w terenie lub na morzu.

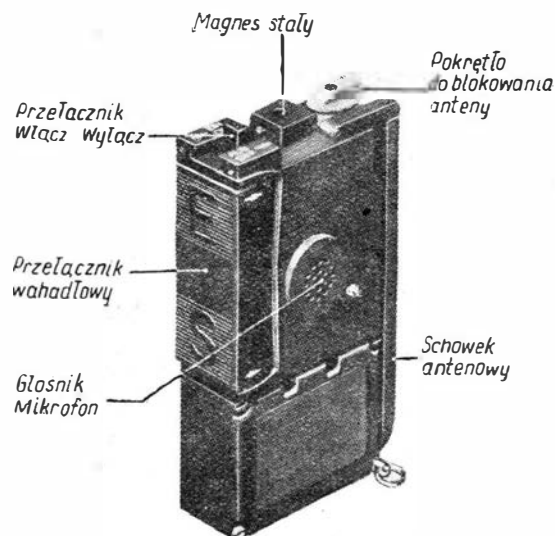
Składa się on z całkowicie zautomatyzowanego i strażystorowanego urządzenia nadawczo-odbiorczego stanowiącego radiopławę Becker MR506, radionamiernika pokładowego Becker ZG3M oraz urządzenia kontrolnego Becker GR103.

Radiostacja ratunkowa UKF Becker MR506

Radiostacja ratunkowa MR506 może być wykorzystana w razie wypadku zarówno do poszukiwania personelu latającego, jak i morskiego. Odnalezienie rozbitka odbywa się z powietrza za pomocą pokładowego radionamiernika ZG3M i radiostacji, która umożliwia utrzymanie łączności pomiędzy rozbitkiem a członkami załogi ratunkowej.

W przypadku katapultowania się pilota radiostacja MR506 połączona z kamizelką ratunkową zostaje automatycznie uruchomiona w chwili oddzielenia się pilota od fotela i zawisnięcia na spadochronie. Nadaje ona sygnał ciągły o wysokim tonie z krótkimi prze-

rwami, na międzynarodowej częstotliwości ratowniczej $f = 233$ MHz. Pojemność baterii zasilającej za pewnia taką sygnalizację co najmniej przez 24 godziny.



1. Radiostacja ratunkowa Becker MR506



Samolot szturmowy McDonnell Douglas A-4M „Skyhawk”

Przykładem samolotów bojowych, które już od wielu lat pozostają w eksploatacji dzięki ciągłym modyfikacjom, głównie napędu, wyposażenia i uzbrojenia, jest rodzina samolotów szturmowych McDonnell Douglas A-4 „Skyhawk”.

Pierwszy samolot tej rodziny, A-4A, wystartował do pierwszego lotu w czerwcu 1954 r. Zgodnie z założeniami US Navy i US Marine Corps był to stosunkowo tani i łatwy w obsłudze samolot szturmowy do bezpośredniego wsparcia. Następnie powstały dalsze wersje: A-4B, A-4C, A-4E, A-4F i wersja treningowa TA-4F. Pierwsze trzy wersje napędzane są silnikiem Wright J65 (licencyjny Armstrong Siddeley „Sapphire”) o ciągu 3490 kG, wersja A-4E — silnikiem Pratt and Whitney J-52-P-6 o ciągu 3855 kG i dwie ostatnie — silnikiem Pratt and Whitney J52-P-8A o ciągu 4220 kG. Na kolejnych wersjach samolotów „Skyhawk” stosowano coraz bogatsze wyposażenie elektroniczne, którego ciężar wzrósł z 63 kG do 337 kG. Zwiększono również liczbę punktów podwieszenia uzbrojenia z trzech do pięciu. Do 1970 r. zbudowano ogółem 2700 samolotów A-4, które działają zarówno z lotniskowców, jak i z lotnisk naziemnych.

W kwietniu 1970 r. rozpoczęto próby w locie wersji A-4M i już w końcu 1970 r. piechota morska otrzymała pierwsze samoloty tego typu. Zastosowano na nich silnik Pratt and Whitney J52-P-408A o ciągu 5080 kG, co zwiększyło prędkość wznoszenia i zwrotność oraz umożliwiło start z krótszych pasów. W celu skrócenia lądowania samoloty wyposażono w spadochron tasiemkowy i spoilery na skrzydła. Większa osłona kabiny polepszyła widoczność. Został zwiększony zapas amunicji do dwóch — zabudowanych w kadłubie — działek DEFA o kalibrze 30 mm. Nowy celownik przeprowadza niezbędne obliczenia i otwiera automatycznie ogień z działek. Energię elektryczną wytwarza alternator o mocy 20 kVA. Udoskonalenie stanowi również zastosowanie niezależnego od urządzeń naziemnych rozruchu silnika.

Jednocześnie skrzydło samolotu A-4M ma trzy dźwigary i biegnące wzdłuż całej rozpiętości podłużniczki usztywniające pokrycie. Jest to konstrukcja, która zwiększa znacznie możliwość pracy skrzydła po lokalnym jego uszkodzeniu. Mimo przestrzelenia jednego dźwigara samolot wytrzymuje obciążenia 4 g, a notowano wypadki, że samoloty powracały do baz z uszkodzonymi dwoma dźwigarami. Pilot jest chroniony przez płyty pancerne. Do sterowania służą dwa

niezależne układy hydrauliczne. W razie uszkodzenia obu układów pilot może sterować samolotem bezpośrednio. W przypadku uszkodzenia hydrauliki podwozie może być wypuszczone pod własnym ciężarem. W sytuacjach awaryjnych energią elektryczną może wytwarzać pomocniczy generator napędzany przez turbinę powietrzną. W przypadku przestrzelenia zbiorników skrzydłowych silnik jest zasilany paliwem z samouszczelniającego się zbiornika, umieszczonego za kabiną pilota, którego pojemność wystarcza na przelot 550 km.

Wyposażenie elektroniczne obejmuje automatycznego pilota Bendix, wskaźniki obrazowe Elliott 546, radar terenowy APG-53A, system Dopplera i system bezwładnościowy oraz system łączności.

Samolot jest zaopatrzony w urządzenie do tankowania w powietrzu.

Samolot A-4M nadaje się szczególnie do zadań bezpośredniego wsparcia przeprowadzanych na małych wysokościach i z dużymi prędkościami. Jest wyjątkowo zwrotny i ma stosunkowo małe wymiary, dzięki czemu przedstawia trudno uchwytny cel. Potwierdza to niski poziom strat samolotów „Skyhawk” w Wietnamie, najniższy spośród wszystkich amerykańskich samolotów taktycznych. Dzięki małej rozpiętości nie wymaga dużych hangarów — może być przechowywany w podziemnych schronach i oczywiście na lotniskowcach. Łatwa obsługa skraca czasy przygotowania samolotu, co sprawia, że jest systemem tanim i niezawodnym. Poza tym dzięki prostocie systemów pokładowych i łatwości pilotażu nadaje się do szkolenia w wykonywaniu zadań, jak również do szkolenia podstawowego.

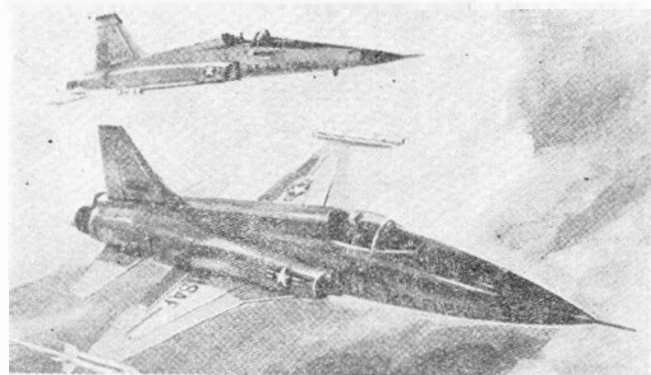
Dane techniczne samolotu A-4M: rozpiętość 8,38 m; długość 12,28 m; wysokość 4,57 m; ciężar własny 4747 kG; największy dopuszczalny ciężar startowy 11 116 kG; udźwig uzbrojenia 4152 kG; długość startu przy ciężarze 10 430 kG 820 m przy 15°C, 960 m przy 32°C i 1175 m przy 40°C; prędkość wznoszenia 42,8 m/s n.p.m. i 12,7 m/s na wysokości 7620 m; prędkość maksymalna n.p.m. z uzbrojeniem 1815 kG 1040 km/h; promień działania z uzbrojeniem 1815 kG 630 km w locie Hi-Lo-Lo-Hi (high-low-low-high) i 540 km w locie Lo-Lo-Lo (bezpośrednie wsparcie) oraz odpowiednio 268 km i 230 km przy 40°C; obciążenia przy wykonywaniu manewrów n.p.m. z prędkością $Ma = 0,75$ przy ciężarze całkowitym 9000 kG 3,2 g.

W. K.

nowości techniczne

Międzynarodowy samolot myśliwski

Zwycięzcą w konkursie na międzynarodowy samolot myśliwski (International Fighter Programm) została firma Northrop Corp., która przedstawiła do konkursu samolot F-5-21. Stanowi on wersję rozwojową samolotu F-5 wyposażoną w nowe silniki z rodziny silników General Electric J85. Są to silniki J85-21 różniące się od swych poprzedników zastosowaniem „zerowego” stopnia sprężarki, dzięki któremu nastąpiło zwiększenie wydatku powietrza i sprężu, a tym samym — zwiększenie ciągu (do ok. 2200 kG z dopalaniem) i zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa. Warto poza tym wspomnieć, że w silnikach J85-21 zawory upustowe sprężarki zastąpiono przestawialnymi łopatkami kierowniczymi trzech pierwszych stopni. Nowe silniki zapewniają samolotowi F-5-21 większą zwrotność w walce, mniejszy promień zakrętu, większą prędkość wznoszenia i większą prędkość maksymalną.



1

Przeprowadzone przez USAF badania wykazały, że F-5-21 ma przewagę nad samolotem MiG-21 w przypadku działań nad własnym terytorium, z osłoną radarową, oraz tam, gdzie zarówno własne, jak i nieprzyjacielskie samoloty nie mają wsparcia radarowego. Z istniejących samolotów myśliwskich F-5-21

uważany jest za najlepiej nadający się do zapewnienia przewagi w powietrzu (air superiority). Dowództwo USAF zamówiło 325 samolotów F-5-21 za sumę 525 mln dol., ponieważ jednak samoloty te są przeznaczone głównie dla krajów azjatyckich, wartość zamówienia wzrośnie do 1,1 mld dolarów.

Przy okazji warto nadmienić, że firma Northrop ma budować wspólnie z przemysłem zachodnioniemieckim samolot myśliwski P-530, który będzie samolotem przejściowym, między samolotami F-104 i „Panavia” 200 (o zmiennej geometrii skrzydła), a pod względem własności bojowych będzie równorzędny z samolotami MiG-23.

W konkursie na międzynarodowy samolot myśliwski brały również udział samoloty Lockheed CL-1200 „Lancer”, McDonnell Douglas F-4E „Phantom” 2 i LTV V-1000 (F-8 „Corsair”). Rysunek 2 przedstawia



2

samolot CL-1200 „Lancer” stanowiący modyfikację samolotu F-104. Zmiany polegają na umieszczeniu skrzydła na grzbiecie kadłuba, zwiększeniu powierzchni usterzenia kierunku oraz na zabudowie usterzenia wysokości na kadłubie zamiast na szczycie usterzenia kierunku.

W. K.

Próby w locie drugiego prototypu argentyńskiego samolotu COIN

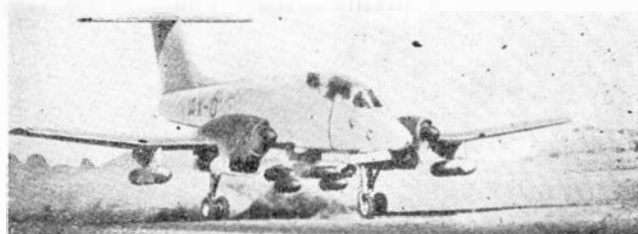
Rozpoczęto próby w locie drugiego prototypu argentyńskiego samolotu szturmowego do bezpośredniego wsparcia (COIN) FMA IA-58 „Pucara” (rys. 1). Prototyp ten jest napędzany dwoma silnikami Turbomeca

1



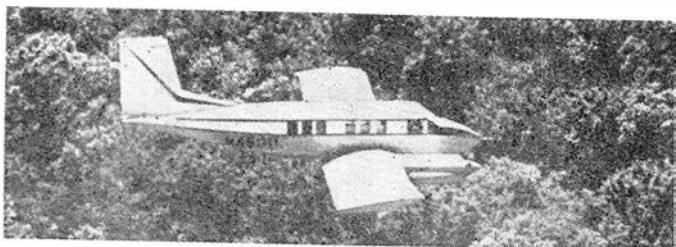
„Astazou” 16 o mocy ok. 1000 KM. Pierwszy prototyp (patrz „Nowości techniczne” TLiA 1971, nr 1), z silnikami AiResearch TPE331-303 o mocy na wale 840 KM, ukończył już pomyślnie próby z pełnym obciążeniem bojowym (rys. 2).

2



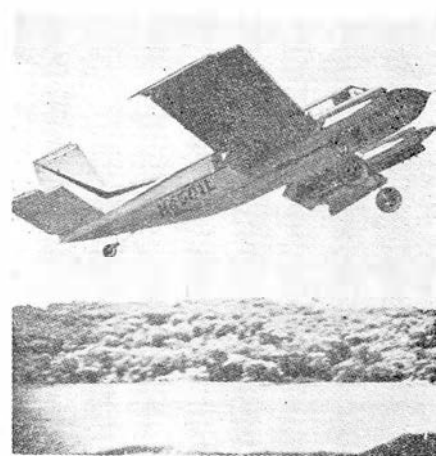
W. K.

Samolot STOL do eksploatacji w dżunglach



1

Firma Evangel Aircraft Corp. (Iowa, USA) buduje lekkie dwusilnikowe samoloty o właściwościach STOL „Evangel” 4500, które są przeznaczone do eksploatacji na terenach pokrytych dżunglami. Cechą charakterystyczną samolotów „Evangel” jest b. duża prostota konstrukcji i wynikająca stąd łatwość obsługi, niezawodność pracy i krótkie czasy przygotowawcze. Napęd stanowią silniki Lycoming IO-540-K1B5 o mocy 300 KM; znane są one ze swej niezawodności. Pokrycie samolotów ze stopu aluminiowego 2024-T3Al



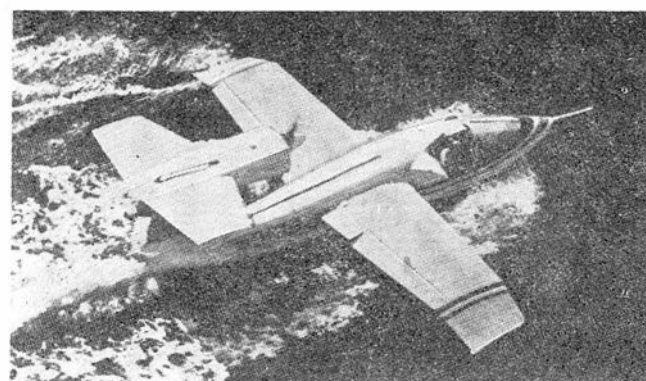
2

jest łatwe do naprawy, a instalacja hydrauliczna i elektryczna są łatwo dostępne dla prac obsługowych. Po obu stronach pomieszczenia towarowego o długości 3 m znajdują się szerokie drzwi, pozwalające na załadunek i wyładunek dużych skrzyń i beczek o pojemności 200 l. Udźwignie wynosi ponad 1000 kG (towary i 9 pasażerów), prędkość przelotowa na 65% mocy nominalnej — 283 km/h, zasięg — 1130 km.

W. K.

Samolot amfibia „Spectra”

Od pewnego czasu przeprowadza się próby na wodzie dwumiejscowego samolotu amfibii o oryginalnym układzie. Jest to „Spectra” firmy Island Aircraft Corp. na Florydzie. Najbardziej charakterystyczną cechą samolotu jest zabudowanie silnika na szczycie usterzenia kierunku. Taka zabudowa silnika daje w porównaniu ze stosowaną normalnie na małych wodnopłatowcach zabudową na wsporniku nad skrzydłem mniejszy opór szkodliwy i lepsze zabezpieczenie przed bryzgami wody. Końce skrzydła są nachylone w dół pod kątem 17,5°, co na wodzie zapewnia stateczność boczną przy małych prędkościach, a w locie dzięki efektowi płyty brzegowej zmniejsza opór samolotu. Godny uwagi jest również chowany w locie redan pod kadłubem, który ułatwia start z wody. Widoczność z kabiny jest b. dobra, dzięki umieszczeniu jej przed skrzydłem; smukłemu kadłubowi oraz dużej osłonie przedniej i dużym oknom. Do sterowania zastosowano wyłącznie sztywne popychacze. Opisany prototyp jest napędzany silnikiem Lycoming O-290-G o mocy 125 KM, nie ma podwozia, a jego próby ograniczają się wyłącznie do prób na wodzie

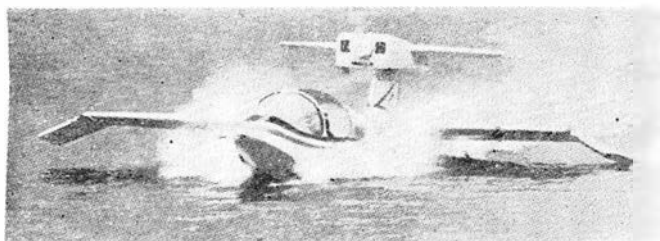


2

z dużymi prędkościami, gdyż do lotu nie wystarcza moc silnika. Próby w locie przeprowadza się ze zdalnie sterowanym modelem zbudowanym w skali 1:6. Czteromiejscowy samolot seryjny będzie napędzany silnikiem o mocy 310 KM i będzie zaopatrzone w trójkołowe chowane podwozie. Jego rozpiętość będzie wynosić 10,57 m, długość 8,48 m, wysokość 2,72 m, ciężar własny 1270 kG, ciężar startowy 1760 kG, prędkość maksymalna 350 km/h, prędkość przelotowa na 75% mocy nominalnej 306 km/h, prędkość przeciągnięcia z wypuszczonymi klapami 105 km/h. Zbiorniki paliwa, w skrzydle, o pojemności 189 l zapewniają zasięg ok. 1100 km; z dodatkowymi zbiornikami o pojemności 152 l zwiększy się on do 1930 km. Cenę samolotu szacuje się na 35 000 dol.

W. K.

1



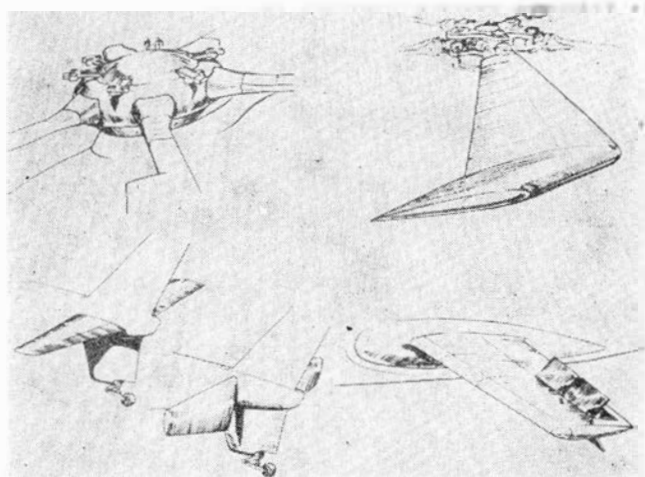
Szybki śmigłowiec Sikorsky S-67

Wykorzystując własne środki finansowe firma Sikorsky opracowała szybki śmigłowiec S-67 „Blackhawk”. Napędzany dwoma silnikami General Electric

T58-GE-5 o mocy 1500 KM odznacza się wysmukłą sylwetką i jest przystosowany do lotów z prędkościami przelotową ponad 320 km/h. Podczas jednej z prób



1



2

w locie, które rozpoczęły się w sierpniu 1970 r., osiągnął on prędkość 382 km/h po torze nachylonym o 5°. S-67 uważany jest przede wszystkim za śmigłowiec doświadczalny do opanowania zagadnień związanych z szybkimi śmigłowcami; w dalszej przyszłości ma stać się śmigłowcem wielozadaniowym, a także śmigłowcem bojowym AAFSS (Advanced Aerial Fire Support System) — konkurentem śmigłowca Lockheed AH-56 „Cheyenne”, który mimo wycofania rządowe-



3

go zamówienia jest w dalszym ciągu rozwijany własnymi środkami finansowymi firmy Lockheed.

Przy budowie śmigłowca S-67 wykorzystano doświadczenia i rozwiązania konstrukcyjne rodziny śmigłowców S-67 — wirnik, przekładnię, wał napędowy, układy sterowania — oraz wyniki prób śmigłowca sprzężonego S-61F; niektóre rozwiązania pochodzą ze śmigłowca S-66, który w 1965 r. Sikorski oferował jako śmigłowiec AAFSS. W śmigłowcu zastosowano pomocnicze skrzydło ze spoilerami (rys. 2), które w szybkim locie w zakręcie powoduje odciążenie wirnika nośnego. Na ogonowej części kadłuba znajduje się przestawialny statecznik wysokości, który w zawisie ustawiany jest pod kątem 90° w celu zmniejszenia oporu; w ustawieniu poziomym: zmniejsza on w zakrętach obciążenie wirnika nośnego i pozwala pilotowi wyważać śmigłowiec i nakierowywać kadłub na cel niezależnie od wirnika.

Śmigłowiec S-67 będzie używany do zadań ratunkowych, przy czym dodatkowe zbiorniki zwiększą jego zasięg do 965 km, a winda umożliwi wciąganie na pokład 6 osób; do transportu 15 żołnierzy z prędkością 265 km/h na odległość do 355 km; do transportu ładunków (3630 kG) podwieszonych na linach. Do zadań transportowych skrzydło można szybko zdemontować.

W wersji bojowej (rys. 3) będzie zabierał takie samo uzbrojenie (udźwig uzbrojenia 3630 kG) i będzie wyposażony w podobne układy elektroniczne i układy kierowania ogniem co śmigłowiec AH-56.

Pozostałe dane: rozpiętość skrzydła 8,33 m; długość 19,7 m; średnica wirnika 18,9 m; średnica śmigła ogonowego 3,17 m; wysokość 4,82 m; ciężar własny 4945 kG; ciężar startowy 9980 kG; ciężar startowy wersji bojowej 8400 kG.

W. K.

Opancerzony śmigłowiec rozpoznawczy

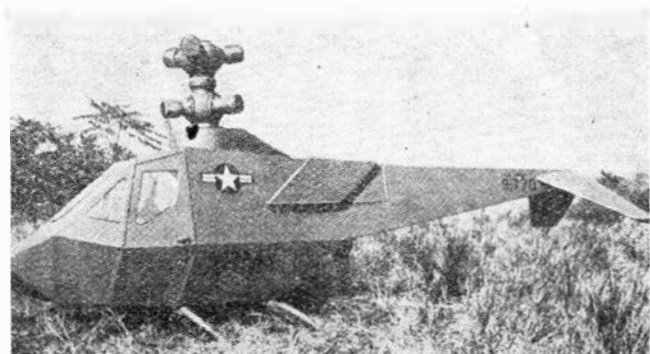
W ramach programu AARV (Aerial Armored Reconnaissance Vehicle) firma Sikorski opracowała opancerzony dwumiejscowy śmigłowiec rozpoznawczy, który ma być następcą obecnie stosowanych lekkich

1



śmigłowców obserwacyjnych Bell OH-58A i Hughes OH-6A. Jest to pierwszy śmigłowiec, w którym zastosowano płyty pancerne zarówno na pokrycie, jak i na elementy pracujące. Płytami chroniona jest załoga, poszczególne grupy konstrukcyjne, silnik, instalacja paliwowa i inne krytyczne zespoły. Osiem okien kabiny wykonano ze szkła pancernego opracowanego

2



przez USArmy. Łopaty dwóch sztywnych, współosiowych wirników nośnych mają grubościennie dźwigary tytanowe; części niepracujące łopat, jak np. krąwędzie spływu, nie tracą swych własności aerodynamicznych w przypadku uszkodzenia.

Makieta śmigłowca (rys. 2) została poddana próbie ostrzeliwania z broni piechoty przy użyciu amunicji przeciwpancernej. Pociski nie przebiły pancerza.

Do napędu śmigłowca AARV przewidziany jest silnik UACL T74 (PT6) o mocy 1175 KM.

Dzięki prostej konstrukcji śmigłowca próby w locie mogłyby się rozpocząć po 18 miesiącach od chwili otrzymania zamówienia.

Pozostałe dane: średnica wirnika 10,88 m; długość kadłuba 7,68 m; szerokość kadłuba 1,4 m; ciężar startowy 3085 kG; prędkość maksymalna npm 278 km/h; prędkość przelotowa 220 km/h.

W. K.

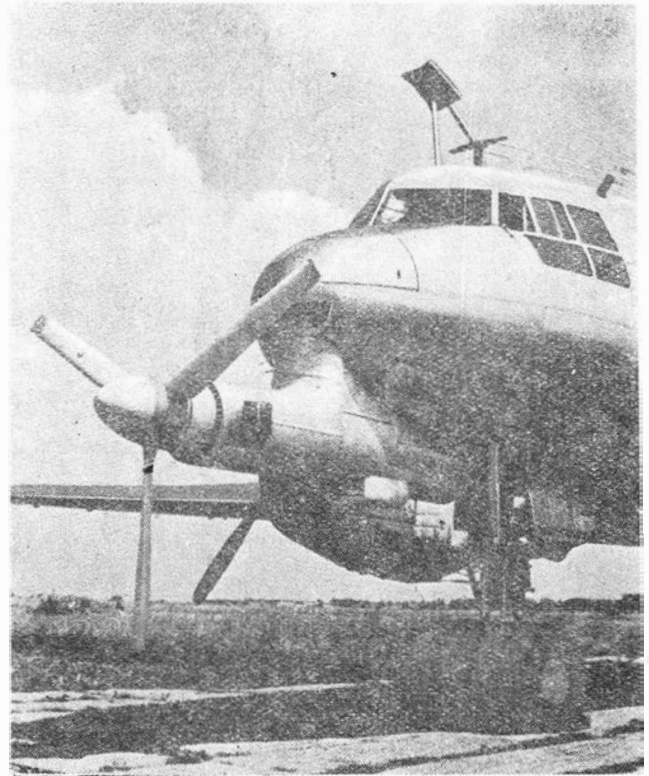
Próby w locie czeskosłowackiego turbinowego silnika śmigłowego M-601

Czechosłowacki turbinowy silnik śmigłowy M-601 jest poddawany próbom na latającej hamowni, nie wiadomo jednak, czy chodzi tu o najnowszą wersję tego silnika. Jako latająca hamownia służy zmodyfikowany samolot Il-14, przy czym badany silnik zabudowany jest w nosowej części kadłuba. Równocześnie trwają próby stoiskowe silnika w wersji M-601C.

Wersja ta ma rozwijać moc startową 730 KM (na wale), dotychczas jednak osiągnięto tylko 700 KM, ponieważ wystąpiły pewne trudności z ułotkowaniem turbin.

Jak wiadomo (patrz „Nowości techniczne”, TL i A 1968 nr 12) M-601 jest silnikiem dwuwalowym o odwróconym układzie, ma mieszaną sprężarkę z dwoma stopniami osiowymi i jednym odśrodkowym, komorę spalania typu Turbomeca, jednostopniową turbinę wytwornicy i jednostopniową turbinę napędową oraz integralny promieniowy wlot powietrza. W najnowszej wersji silnika, M-601C, zastosowano przydźwiękowy pierwszy stopień sprężarki, co pozwoliło usunąć kierownicę wlotową i skróciło silnik. Silniki M-601 będą napędzać samoloty wielozadaniowe L-410 „Turbolet” przeznaczone dla krajów RWPG (samoloty eksportowane do krajów zachodnich będą wyposażone w silniki UACL PT6A-27); ZSRR zamierza zakupić 500—1000 samolotów L-410.

W. K.



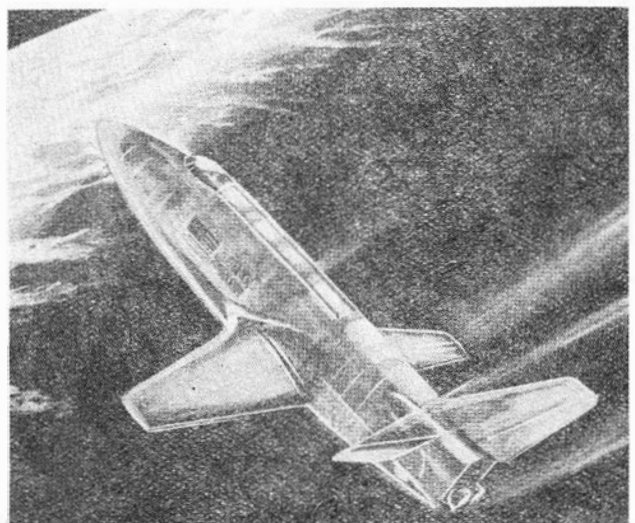
Projekt transportowca kosmicznego North American Rockwell

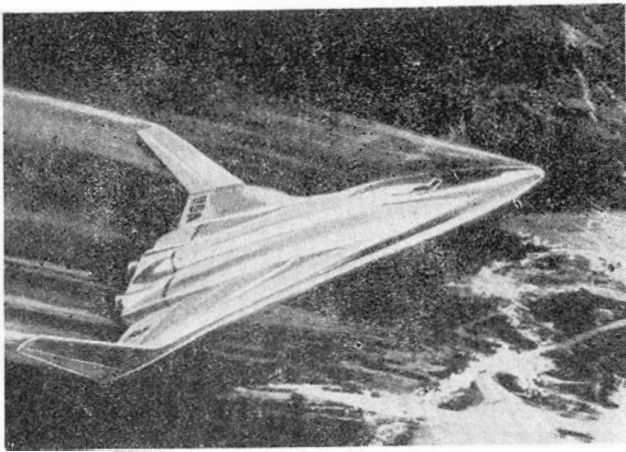
Firma North American Rockwell otrzymała jako jedno z pięciu przedsiębiorstw zamówienie NASA na opracowanie projektu transportowca kosmicznego. Zorganizowano w tym celu zespół firm, którym kieruje NAR, a właściwie oddział kosmiczny (Space Division) tej firmy. W skład zespołu wchodzi firma General Dynamics, która projektuje stopień nośny transportowca, IBM — opracowująca przeliczniki, Honeywell — układy kierowania i sterowania i przedsiębiorstwo American Airlines, do którego należy opracowanie metod kontroli i obsługi przedstartowej oraz pomocniczych urządzeń naziemnych. Space Division opracowuje stopień orbitalny.

Na polecenie NASA stopień orbitalny jest projektowany w dwóch układach, co ma umożliwić zbadanie wpływu tzw. zasięgu poprzecznego (cross range) na inne parametry lotu. Zasięg poprzeczny jest definiowany jako odległość, którą transportowiec może przebyć w locie aerodynamicznym w kierunku prostopadłym do toru powrotu. Rysunek 1 przedstawia stopień orbitalny z prostym skrzydłem — jego zasięg poprzeczny wynosi tylko 370 km, jest jednak prosty w budowie, niezawodny i nie stwarza problemów materiałowych. Rysunek 2 pokazuje układ ze skrzydłem delta o zasięgu poprzecznym 2800 km, który

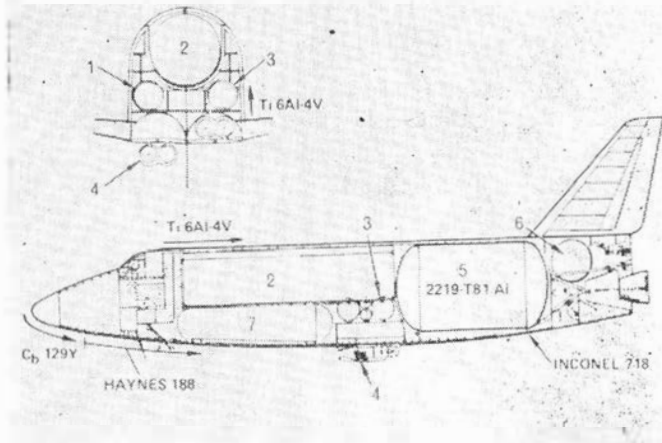
jednak ze względu na znacznie większe hipersoniczne prędkości szybowania i związane z tym wysokie

1





2



3

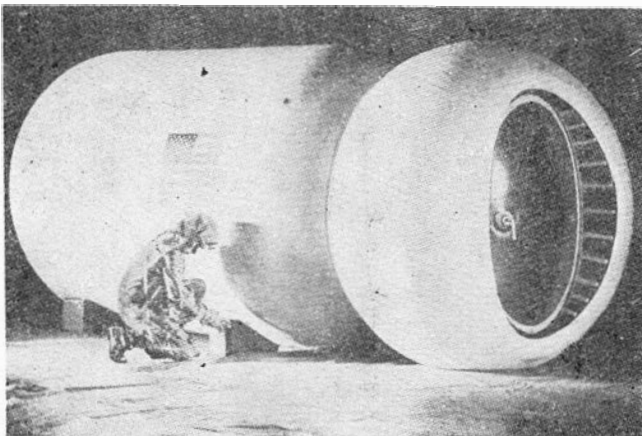
temperatury konstrukcji wymaga nowych rodzajów materiałów i nowych rozwiązań konstrukcyjnych

Rysunek 3 przedstawia poprzeczny i podłużny przekrój stopnia orbitalnego z prostym skrzydłem; na rysunku tym oznaczają: 1 — zbiornik tlenu i wodoru dla turbogeneratora; 2 — pomieszczenie ładunkowe;

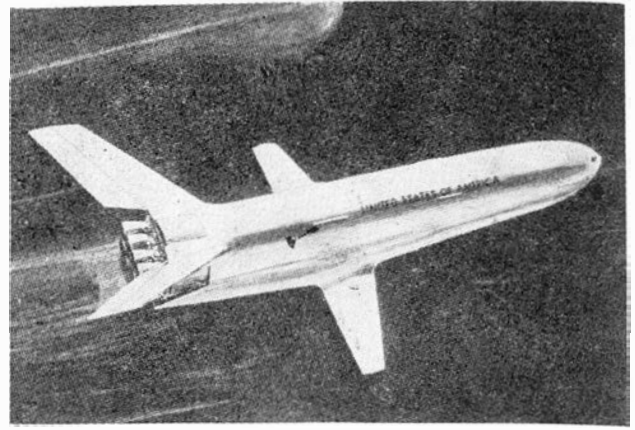
Baza księżycowa dla dwóch astronautów

Firma Goodyear Aerospace Corp. opracowała na zamówienie Langley Research Center (NASA) pomieszczenie umożliwiające dwóm astronautom przebywanie na Księżycu przez 8 dni. Pomieszczenie ma długość 4 m i średnicę 2,1 m. Wewnątrz jest utrzymywana stała temperatura 24°C. Fotografia przedstawia makietę pomieszczenia. Z przodu widoczna jest śluza wyjściowa.

W. K.



34



4

3 — zbiornik paliwa silników dwuprzepływowych przeznaczonych do lądowania; 4 — grupa wysuwanych silników dwuprzepływowych Pratt and Whitney JTF22B/2; 5 — główny zbiornik ciekłego wodoru; 6 — zbiornik paliwa silników sterujących; 7 — główny zbiornik ciekłego tlenu.

Projektowany przez General Dynamics stopień nośny (rys. 4) będzie napędzany w pionowej fazie lotu 12 silnikami raketowymi Rocketdyne o łącznym ciągu 2 170 000 kG i będzie ważył przy starcie (bez stopnia orbitalnego) 1 242 860 kG, a przy lądowaniu 210 470 kG. Do napędu w poddźwiękowej fazie lotu przewidziano cztery silniki dwuprzepływowe o ciągu 23 100 kG; są one zabudowane w przedniej części kadłuba i wysuwane z niego w czasie lotu z prędkościami poddźwiękowymi. Obliczeniowa prędkość lądowania wynosi 285 km/h. Stopień ma długość 78,3 m i szerokość kadłuba 9,55 m.

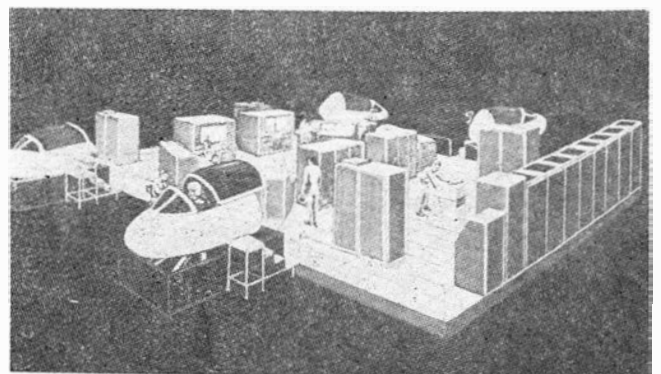
Ciężar całkowity transportowca (stopień orbitalny i stopień nośny) wynosi 1 587 600 kG, ciężar użyteczny możliwy do umieszczenia na orbicie odległej od Ziemi o 550 km — 20 400 kG w przypadku stopnia orbitalnego z prostym skrzydłem i 9070 kG, w przypadku stopnia orbitalnego ze skrzydłem delta.

W. K.

Symulator do samolotu treningowego

W ramach umowy, na sumę 10,5 mln dol., zawartej z US Navy firma Goodyear Aerospace Corp. buduje osiem symulatorów 2F90 do samolotu treningowego McDonnell Douglas Ta-4J (wersja samolotu szturmowego A-4 „Skyhawk”). Każdy symulator obejmuje cztery jednakowe, niezależnie obsługiwane stanowiska treningowe, które mogą być sterowane równocześnie przez uniwersalny centralny przelicznik cyfrowy.

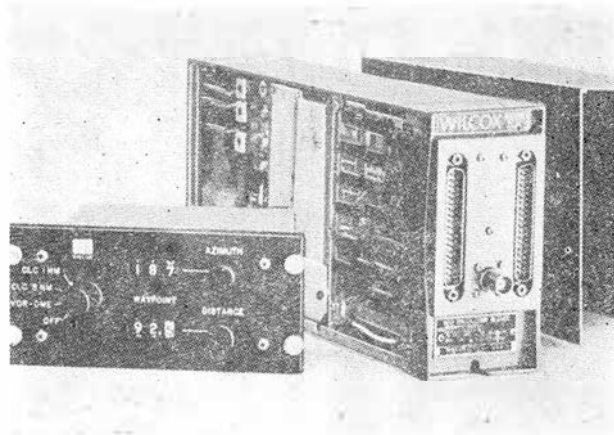
W. K.



Urządzenie nawigacyjne Wilcox

Firma Wilcox opracowała dla małych samolotów urządzenie do automatycznej nawigacji płaskiej 1006B, które obejmuje przelicznik, odbiornik i wskaźnik. Urządzenie ma ciężar 2,5 kG i gabaryty 63,5 × 127 × 254 mm.

W. K.



Pilot automatyczny do śmigłowców

Firma Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH w Überlingen opracowała do wielozadaniowego śmigłowca Bo-105 pilota automatycznego FRG 14, który zwiększa możliwości działania śmigłowca we wszelkich warunkach meteorologicznych. Próby w locie wykazują, że spełnia on postawione przed nim wymagania. Szczególną zaletą tego urządzenia jest to, że utrzymuje on przez dłuższy czas położenie i kurs śmigłowca bez potrzeby doprowadzania do niego sygnałów porównawczych z innych układów pokładowych. Do urządzenia można poza tym podłączyć systemy nawigacyjne i do automatycznego lądowania.

Pilot automatyczny FRG 14 może pracować zarówno jako stabilizator położenia i kursu, jak i jako tłumik oscylacji. W pierwszym przypadku — w locie poziomym lub zawisie — działa jako proporcjonalny regulator położenia względem wszystkich trzech osi. Pilot musi jedynie korygować wyważenie śmigłowca w przypadku przesunięcia ładunku lub — przy dłuż-

szych lotach — poprawiać kurs, który może odchylić się od wymaganego, np. wskutek znoszenia śmigłowca przez wiatr. Kurs można poprawić za pomocą dajnika kursu lub w zawisie wykonać odpowiedni obrót śmigłowcem względem osi pionowej. Gdy w czasie lotu stabilizowanego przez urządzenie pilot uruchomi stery, urządzenie przełączy się automatycznie na tłumienie oscylacji śmigłowca.

Automatyczny pilot składa się z trzech giroskopów i trzech liniowych silniczków nastawczych oraz z urządzenia nastawczego i wskaźnika.

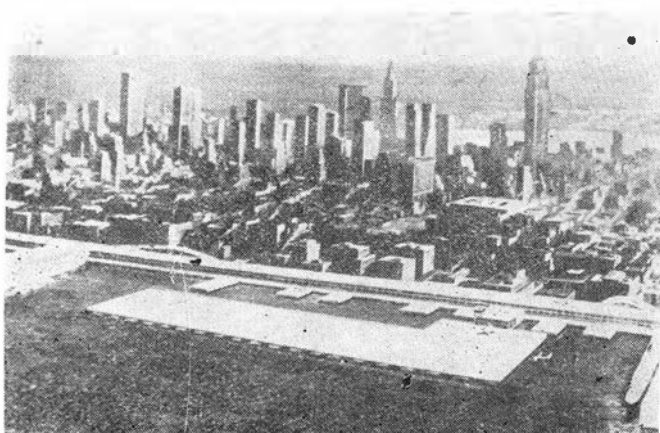
Budowa urządzenia jest prosta i przejrzysta, ponieważ sposób jego działania względem wszystkich trzech osi jest jednakowy. Cała elektronika mieści się na 12 płytkach w standardowej skrzynce. Urządzenie zasilane jest prądem stałym o napięciu 28 V. Nadaje się również do innych typów śmigłowców.

W. K.

Projekt lotniska STOL na wodzie

Przedsiębiorstwo American Airlines otrzymało niedawno od FAA zlecenie na przestudiowanie możliwości budowy u nabrzeży Manhattanu w Nowym Jorku małego pływającego lotniska dla samolotów STOL.

Tak zwany korytarz północno-wschodni z Nowym Jorkiem jako punktem pośrednim przedstawia b. po-

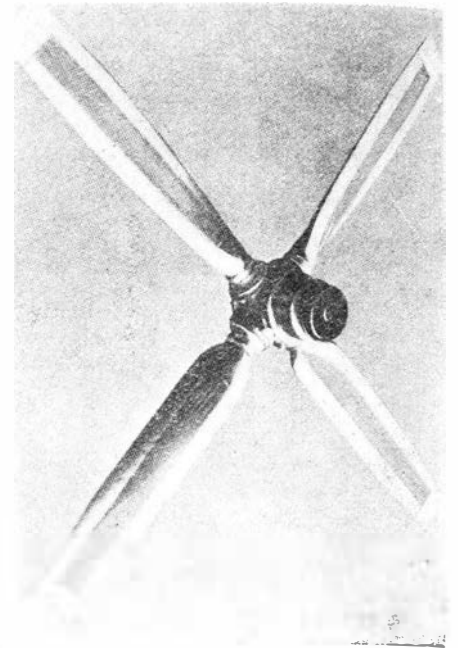


ważny problem w komunikacji lotniczej USA, będąc równocześnie b. obiecującym dla samolotów STOL.

Jakkolwiek przedsiębiorstwo American Airlines przeprowadziło próbną eksploatację samolotu Breguet 941 wykazując możliwości komunikacji przy użyciu samolotów STOL wykorzystujących system płaskiej nawigacji VOR/DME, to jednak dotychczas nie badano tego zagadnienia pod względem efektywności ekonomicznej. Uważa się jednak, że w celu zapewnienia tej efektywności konieczne będzie zainstalowanie lotnisk STOL w centrach miast, przy czym najważniejsze będzie zbudowanie takiego lotniska w centrum Nowego Jorku. Początkowo proponowano umieszczenie lotniska STOL na dachu domu, uznano jednak, że rozwiązanie to byłoby kosztowne i uciążliwe dla najbliższego otoczenia. Zrezygnowano więc z niego na korzyść lotniska zainstalowanego na pontonach na rzece Hudson. Lotnisko takie byłoby mało kosztowne oraz dałoby się łatwo modyfikować i przesuwać z miejsca na miejsce. Jego długość wynosiłaby 600 m, a długość pasa startowego — 540 m. W wyniku opracowywanego przez American Airlines studium mają być podane szczegóły budowy lotniska dotyczące materiałów, terminów i kosztów.

W. K.

Rozwój konstrukcji lotniczych z tworzyw sztucznych



W ostatnich kilku latach duże postępy poczyniły prace zmierzające do wprowadzenia w szerszym zakresie konstrukcji lotniczych wykonanych ze zbrojonych tworzyw sztucznych, przy czym coraz częściej stosuje się jako zbrojenie włókno węglowe i włókno boro-we. Poniżej przytoczonych zostanie kilka przykładów opracowanych ostatnio konstrukcji z tworzyw sztucznych.

Grupa badaczy składająca się ze specjalistów z firm Bell Aerospace Division i Union Carbide Corp. oraz z Case Western Reserve University opracowała doświadczalną sekcję kadłuba z tworzywa sztucznego zbrojonego włóknami grafitowymi. Sekcja składa się ze skorupy, 31 podłużnic profilowych i czterech wręg wykonanych z balsy z okładzinami bocznymi. Sekcja została obliczona na obciążenie niszczące (rociągnięcie-ciskanie) $126,5 \text{ kG/cm}^2$. Ciężar wynosi $7,25 \text{ kG}$, czyli jest o 27% mniejszy od ciężaru analogicznej sekcji wykonanej z lekkiego stopu.

Firma Lockheed przeprowadza próby w locie wewnętrznej skrzeli skrzydła samolotu C-5A „Galaxy”

wykonanej z tworzywa epoksydowego zbrojonego włóknami boru. Element ten o wymiarach $1,5 \times 4,2 \text{ m}$ jest o 21% lżejszy od obecnie stosowanych skrzeli ważących 108 kG . Statyczne próby niszczące przeprowadzone we Flight Dynamics Laboratory (USAF) wypadły pomyślnie: w chwili osiągnięcia obciążenia niszczącego pojawiło się pęknięcie tylko w jednym narożu, co oznacza, że element może pracować nawet po przekroczeniu obciążenia niszczącego.

Firma Hamilton Standard wykonuje łopatki wentylatorów do silników dwuprzepływowych o ciągu do $22\,700 \text{ kG}$ z tworzywa zbrojonego włóknami boru. Konstrukcja łopatek jest wzorowana na konstrukcji lekkich śmigieł Hamilton Standard opracowanych dla samolotów V/STOL. Polega ona na tym, że łopatka jest kształtowana na metalowym dźwigarze.

Firma Dowty Rotol wykonała czteropłatowe śmigło o średnicy $2,75 \text{ m}$ stosując tworzywo sztuczne zbrojone włóknami węglowymi.

W. K.

Dokończenie ze str. 13

Od strony metodologicznej interesują nas:

● **badania ogólne**, których celem jest opis zjawisk eksploatacyjnych, metody badań — analiza i synteza logiczna, a wynikiem — niematematyczny opis zjawisk eksploatacyjnych (analiza pojęć, klasyfikacja zjawisk, modele ogólne urządzeń, procesów, systemów itp.).

● **badania matematyczne**, których celem jest zbudowanie matematycznych modeli decyzyjnych dla potrzeb sterowania, zarządzania, organizowania i kierowania eksploatacją, metodą — formułowanie problemów, algorytmizacja, programowanie maszyn matematycznych, a wynikiem — modele matematyczne zjawisk eksploatacyjnych pozwalające na modelowanie eksploatacji

● **badania doświadczalne**, których celem byłoby opracowanie efektywnych metod badań eksploatacji, metodo-eksperyment, modelowanie statystyczne, a wynikiem — metodologia i technika badań eksploatacyjnych,

● **badania techniczne**, których celem byłoby rozpoznanie zjawisk eksploatacji metodami fizyki technicznej, a wynikiem — opis fizyczny eksploatacji.

Na zakończenie pragniemy poddać pod dyskusję możliwość zrealizowania następujących przedsięwzięć w skali gospodarki narodowej oraz wojska:

1. Powołanie Komisji Eksploatacyjnej MON jako czynnika doradczego w sprawach polityki eksploatacyjnej i badań naukowych związanych z eksploatacją sprzętu wojskowego.
2. Sformułowanie podstawowych tematów badań w zakresie eksploatacji sprzętu cywilnego i wojskowego i wyselekcjonowanie np. 10 tematów do rozpracowania w najbliższych latach.
3. Sporządzenie rejestru wszystkich komórek eksploatacyjnych wchodzących w skład służby eksploatacyjnej resortu MON.
4. Powołanie Krajowej Rady Ruchu Eksploatacyjnego dla koordynacji badań, wydawnictw, popularyzacji, szkolenia itp., np. przy KNiT.
5. Sformułowanie podstawowych tematów badań w zakresie eksploatacji maszyn i urządzeń w gospodarce narodowej i wyselekcjonowanie np. 10 tematów do rozpracowania w najbliższych latach.
6. Sporządzenie rejestru instytucji, placówek i innych organizacji zajmujących się problematyką eksploatacyjną i prowadzących badania eksploatacyjne na terenie kraju.
7. Nawiązanie kontaktów międzynarodowych dla wymiany poglądów i wyników prac prowadzonych z zakresu problematyki eksploatacyjnej.



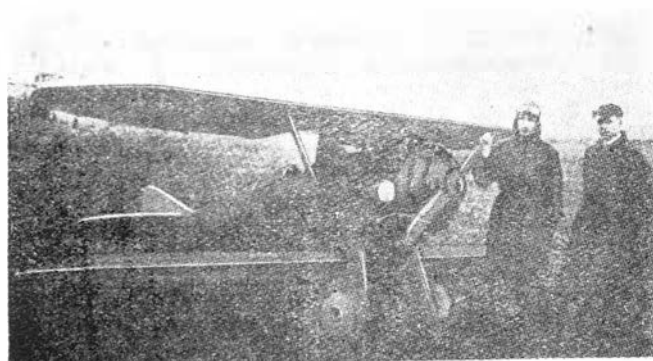
JERZY DĄBROWSKI (1899-1967)

Urodził się 8.IX.1899 r. w Nieborowie koło Łowicza. Studia wyższe rozpoczął w Szkole Sztuk Pięknych w Warszawie, lecz zainteresowanie lotnictwem było silniejsze, więc po roku studiów malarskich przeniósł się na wydział mechaniczny Politechniki Warszawskiej. Jerzy Dąbrowski łączył w sobie wyobraźnię artysty i inżyniera — cechy te stanowiły główne atuty jego twórczej pracy konstruktora samolotów.

Jeszcze jako student skonstruował w 1924 r. pierwszy polski samolot sportowy — jednomiejscowy dwupłatowiec D-1. Samolot Dąbrowskiego, zbudowany w trudnym okresie nieśmiałych zaczątków budowy polskiego przemysłu lotniczego, wykazał, że zdolni jesteśmy podejmować własne rozwiązania samolotowe. Loty na D-1 stały się inspiracją dla prac nieco późniejszych konstruktorów — Rogalskiego, Drzewieckiego, Wigury i innych.

Po ukończeniu politechniki Dąbrowski został zaangażowany do Lubelskiej Fabryki Samolotów Plage i Laśkiewicz. Został tam współpracownikiem inż. Rudlickiego, z którym wspólnie opracowywał samolot do rozpoznania i lekkiego bombardowania „Lublin” R-VIII. Po dwuletnim pobycie w Lublinie Dąbrowski — na propozycję inż. Rumbowicza — przeniósł się do Warszawy, gdzie podjął pracę w Państwowych Zakładach Lotniczych. Tam wspólnie z inż. Kottlem skonstruował w 1928 r. samolot PZL Ł-2. Był to pierwszy polski wojskowy samolot towarzyszący, pomyślany do bliskiego rozpoznania i współpracy z oddziałami lądowymi. Słabo uzbrojony odznaczał się wielką łatwością lądowania na lotniskach polowych, łądowskich, a nawet w terenie. Pewna ilość tych samolotów weszła w skład nowo formujących się plutonów towarzyszących lotnictwa wojskowego (później Ł-2 zostały zastąpione przez R-XIII konstrukcji inż. Rudlickiego). Na Ł-2 w roku 1931 kpt. pil. Skarżyński i por. obs. inż. Markiewicz odbyli pomyślnie rajd dookoła Afryki — 25 × 770 km — w trudnych warunkach klimatycznych i terenowych.

1. D-1 „Cykacz” Dąbrowskiego z silnikiem o mocy 24 KM, oblatany w 1924 r.



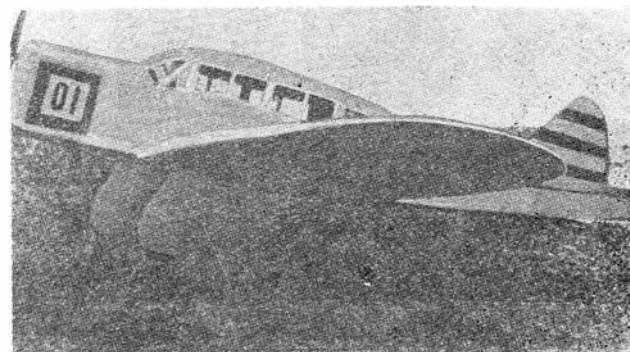
Łącznie z drem inż. Misztalem Dąbrowski skonstruował pierwszy w Polsce całkowicie metalowy samolot sportowy PZL-19.

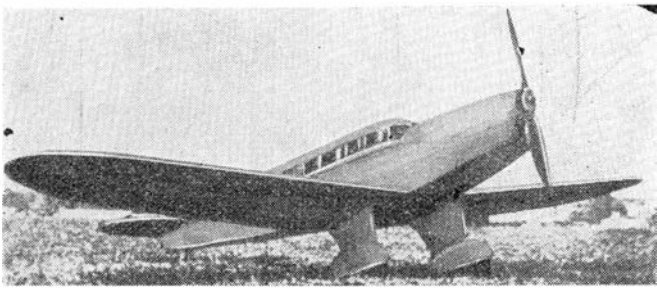
Samolot ten uzyskał na Challenge'u 1932 r. drugie miejsce za przydatność i jedenaste w klasyfikacji ogólnej (samolot pilotował Jerzy Bajan). Następny samolot sportowy, skonstruowany już wyłącznie przez Dąbrowskiego, to PZL-26. Został on zaopatrzony w amerykański silnik Menasco o mocy 265 KM. Silnik ten nie wytrzymał długotrwałej pracy w czasie lotu okrężnego na Challenge'u 1934 r. Doświadczenia uzyskane przy konstruowaniu całkowicie metalowych samolotów PZL-19 i 26 zostały później wykorzystane przy budowie słynnego w świecie samolotu bombowego PZL-37 „Łoś”.

Idea budowy polskiego bombowca strategicznego (mogącego wykonywać zadania bojowe, zarówno w nocy jak i w dzień) narodziła się na wiosnę 1934 r. w PZL, w Wytwórni Płatowców Nr 1 w Warszawie. Władze lotnictwa wojskowego zmuszone były w tym czasie zastąpić przestarzałe i nieodpowiednie dla celów wojskowych samoloty bombowe Fokker F-VII 3M, będące przeróbką samolotów pasażerskich. Dyrekcja PZL skorzystała z nadarzającej się sposobności i powierzyła opracowanie tzw. dokumentacji ofertowej planowanego bombowca inż. Dąbrowskiemu. Dla młodego konstruktora było to wielkie wyróżnienie.

Po dokładnej analizie możliwości doboru w ówczesnych warunkach krajowych najbardziej przydatnego typu silnika, uzbrojenia oraz wyposażenia nawigacyjnego inż. Dąbrowski opracował projekt wstępny czteromiejscowego samolotu o konstrukcji całkowicie metalowej i układzie średniopłatowca. Bombowiec miał mieć prędkość ponad 400 km/h, zasięg ok. 3000 km i udźwig bomb ponad 2500 kg. Projekt uzyskał w Dowództwie Lotnictwa dobrą ocenę i już w październiku 1934 r. dyrekcja PZL otrzymała zgodę na budowę prototypu oraz zamówienie na wykonanie serii

2. Samolot sportowy PZL-19 z silnikiem o mocy 120 KM

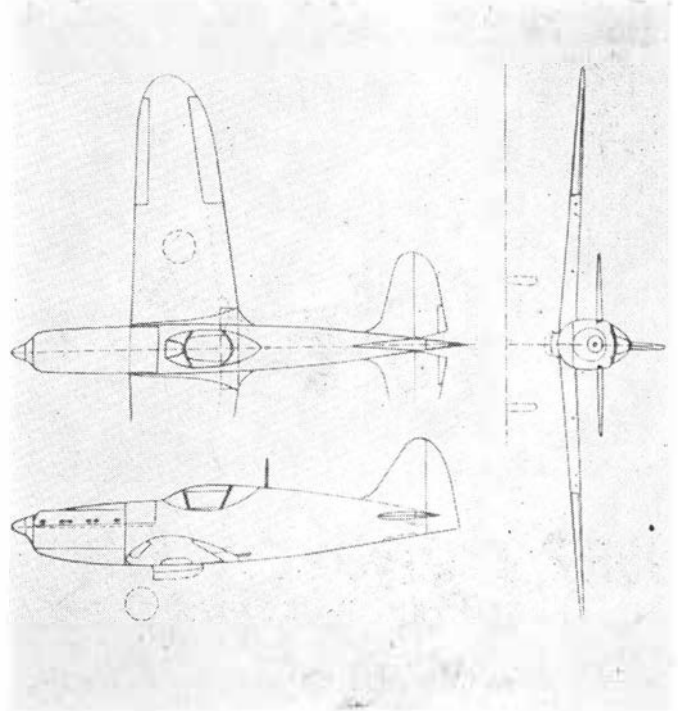




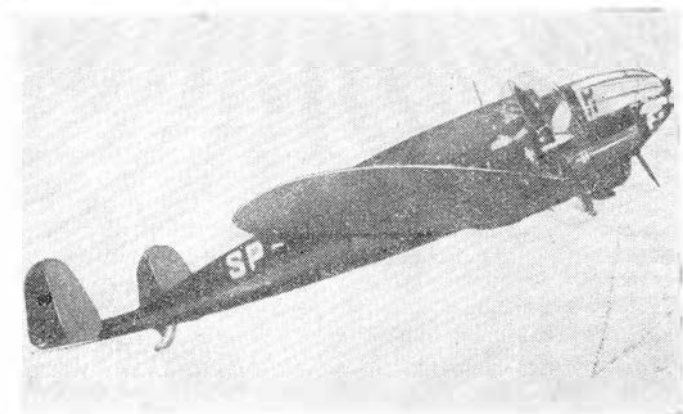
3. Samolot sportowy PZL-26 z silnikiem o mocy 265 KM

informacyjnej w liczbie 10 sztuk. Ogólnie do 1.IX.1939 r. zbudowane zostały dwa prototypy (P-37/I i P-37/II) oraz cztery wersje seryjne (PZL-37A, PZL-37B, PZL-37C i PZL-37D). Dwie ostatnie z wymienionych serii przeznaczone były wyłącznie dla odbiorców zagranicznych (Jugosławia, Bułgaria, Rumunia, Turcja, Dania, Estonia, Finlandia). Wywiązanie się z umów uniemożliwiła wojna. Wersję PZL-37A (30 samolotów) wyposażono w gwiazdowe angielskie silniki Bristol „Pegasus” XII B o mocy 873 KM każdy. Wersję PZL-37B (130 samolotów) wyposażono w gwiazdowe silniki Bristol „Pegasus” XX o mocy 918 KM i silniki polskie (wg angielskiej licencji) PZL „Pegasus” XX.

„Łoś” — po usunięciu usterek i wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych (opis historii przeobrażeń samolotu podany jest w broszurce Wyd. MON, Warszawa 1970 r. str. 16) — okazał się samolotem wręcz znakomitym, bodaj najlepszym w swej klasie na świecie w okresie bezpośrednio przed wybuchem II wojny światowej. Zdecydowanie przewyższał ówczesne bombowce

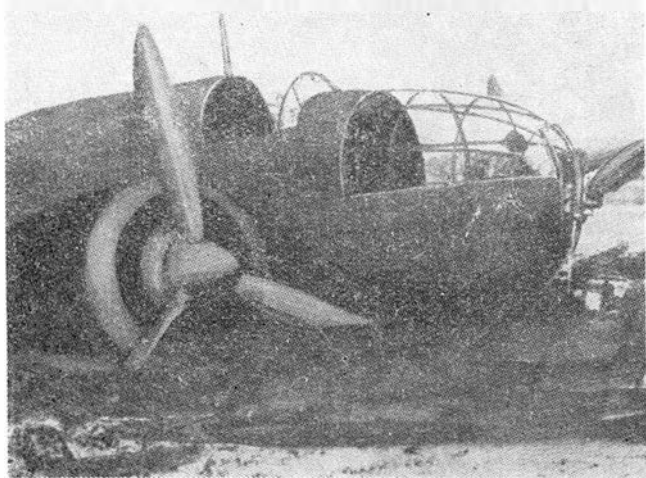


6. Trzy rzuty zaprojektowanego przez Dąbrowskiego samolotu myśliwskiego. Konstrukcja skrzydła została zapożyczona z samolotu PZL-26



4. „Łoś” nad Warszawą w 1939 r.

5. Zestrzelony „Łoś” we wrześniu 1939 r.



takich potęg przemysłu lotniczego, jak W. Brytania i Francja. Prócz dobrych osiągnięć miał dodatkową nieocenioną zaletę — łatwość pilotażu. Według opinii oblatywacza wersji B Stanisława Jensa był to samolot „który można było sterować dwoma palcami jednej ręki, a lądować bez uszkodzenia nawet na polu kartofli”. Ta ostatnia zaleta „Łosia”, łatwość lądowania, była szczególnie cenna w polskich warunkach wojennych, na lądowiskach polowych o słabej nawierzchni. Trzeba tu dodać, że modyfikacja podwozia, opracowana przez inż. Kubickiego, polegała na zastosowaniu po raz pierwszy w świecie układu niezależnego zawieszenia kół bliźniaczych, dzięki czemu mogły one pracować uchylnie na nierównym terenie. „Łoś” był demonstrowany na wystawach w Belgradzie (wiosna 1938 r.) i Paryżu (jesień 1938 r.). Na obu ekspozycjach zyskał w opinii ekspertów duże uznanie. Na wojnę 1939 r. wystartowało 36 „Łosi” zgrupowanych w czterech eskadrach pułku warszawskiego (na ok. 120 wyprodukowanych lub będących w końcowym stadium montażu). Duże straty (58%) wynikły wskutek konieczności użycia „Łosi” niezgodnego z ich przeznaczeniem. We wrześniu 1939 r. największym zagrożeniem dla wojsk lądowych okazały się silne kolumny pancerne, prące głównie na Warszawę. Pod naciskiem tej okoliczności zdecydowano wysłać „Łosie” do zwalczania broni pancernej na polu walki. „Łoś” nie był jednak samolotem szturmowym, odpowiednio opancerzonym, z silnym uzbrojeniem pokładowym i do tego rodzaju działań właściwie zupełnie się nie nadawał. To, że w atakowaniu wojsk, a szczególnie czołgów, spisywał się zupełnie dobrze i to bez osłony własnych myśliwców — najlepiej świadczy o wielkiej klasie samolotu inż. Dąbrowskiego.

W lecie 1939 r. inż. Dąbrowski zaprojektował nowoczesny samolot myśliwski o prędkości do 650 km/h — dolnopłatowiec, chowane podwozie, zakryta kabina pilota, 2 działka 20 mm oraz 4 karabiny maszynowe poza zasięgiem śmigła, silnik o mocy 888 KM — oto najważniejsze cechy tego samolotu.

Tuż przed wybuchem wojny 1939 r. inż. Dąbrowski ukończył budowę dwusilnikowego średniego bombowca „Miś”, który był ewolucją „Łosia”. Prędkość maksymalna miała przekraczać znacznie 500 km/h, uzbrojenie było rewelacyjne: dwa działka 37 mm i cztery karabiny maszynowe. Były to prawdopodobnie bombowce mający szanse skutecznego interweniowania

na polu walki. Prototyp „Misia” został zniszczony we wrześniu 1939 r.

Na tym kończą się prace inż. Dąbrowskiego w Polsce. 17.IX.1939 r. otrzymał rozkaz — razem z pracownikami PZL — przekroczenia granicy rumuńskiej, a następnie udał się do Anglii (XII.1939 r.), gdzie wstąpił do Polskich Sił Powietrznych. W stopniu porucznika został przydzielony do bazy RAF w Henlow, gdzie zajmował się modernizacją samolotów brytyjskich.

Po zakończeniu wojny i demobilizacji pracował w brytyjskim przemyśle lotniczym w firmach Bevan

Brothers Ltd; Parcival Aircraft Ltd; Folland Aircraft Ltd. W 1955 r. wyjechał do Stanów Zjednoczonych i był głównym konstruktorem samolotu komunikacyjnego w znanej wytwórni Cessna (Wichita, Kansas). W cztery lata później przeniósł się do wytwórni Boeing (Seattle, Washington) na stanowisko konstruktora statków kosmicznych. Był członkiem rzeczywistym towarzystw naukowych: Royal Aeronautical Society, Helicopter Association of Great Britain oraz Institute of Aeronautical Science (Stany Zjedn. AP). Zmarł 17.IX.1967 r. w Renton k. Seattle.

Jan Kędziński

Dokończenie ze str. 3

Czy w dziedzinie właściwego kierowania nowoczesnym przemysłem lotniczym musimy odkrywać nowe rzeczy? Chyba nie, tyle ostatecznie istnieje wzorów właściwego kierowania i organizacji przemysłu lotniczego, istnieją obszerne opracowania i prace naukowe na ten temat. I nie trzeba szukać daleko, choćby na przykład ZSRR czy CSRS, gdzie organizacja i kierowanie przemysłem lotniczym może być dla nas wzorem. Zapomniano bowiem o konieczności korzystania z cudzych dobrych przykładów, zapomniano o gruntownej analizie cudzych osiągnięć, o wysłaniu na praktyki zagraniczne, staże itp.

I dlatego w ramach rozpoczętej odnowy przemysłu lotniczego należy dokonać między innymi, a może przede wszystkim, gruntownej analizy metod kierowania Zjednoczeniem i poszczególnymi zakładami produkcyjnymi pod kątem osiągniętych wyników pracy oraz przygotowania fachowego kadry kierowniczej i jej predyspozycji do wykonywanej pracy. Permanentne trudności przemysłu lotniczego wynikają bowiem przede wszystkim z niewłaściwego nim

kierowania. Niewłaściwe kierowanie, obok ujemnych efektów ekonomicznych, przyniosło bodaj większą szkodę przez zniechęcenie do pracy w lotnictwie szereg rzesz byłych i obecnych jego pracowników. Właśnie teraz na początku odnowy przemysłu lotniczego należy przystąpić do szerokiej i, co ważniejsze, głębokiej analizy stanu obecnego. Będzie to podstawą do opracowania programu, który z jednej strony powinien być konsekwentnie realizowany, z drugiej modyfikowany w zależności od obiektywnej sytuacji. Mamy nadzieję, że poczynione wyżej uwagi będą początkiem dyskusji na ten temat.

Przemysł lotniczy musi otrzymać trafnie sprecyzowany długofalowy program, oparty o wnikliwą analizę możliwości rynkowych i tendencji rozwoju techniki lotniczej. Program nie minimalistyczny, zacofany i bojaźliwy, lecz nowoczesny jak współczesna technika lotnicza. Oparty o podział zadań RWPG i rozpoznanie rynków światowych. Program opracowany przez fachową kadre, która będzie umiała go zrealizować.

Dokończenie ze str. 10

Spśród istniejących turbinowych silników śmigłowych o średniej mocy można wytypować tylko jeden, który w zasadzie odpowiada sformułowanym powyżej wymaganiom. Jest to najnowsza wersja — znajdująca się jeszcze w stadium rozwoju — rodziny silników UACL PT6A, silnik PT6A-40 o mocy (termodynamicznej) ok. 1200 KM. Ponieważ jednak w przypadku samolotu o udźwigu 2000 kG nie ma powodu wykluczyć układu dwusilnikowego, mógłby znaleźć zastosowanie również silnik PT6A-27 o mocy 680 KM lub b. zbliżony do niego układem czechosłowacki silnik M-601C o mocy ok. 700 KM, który jest obecnie rozwijany do samolotu L-410. W przypadku samolotu dwusilnikowego są możliwe dwa rozwiązania: albo normalna zabudowa silników na skrzydle, albo zastosowanie silników sprzężonych, pracujących na wspólny wał śmigła. Pierwsze rozwiązanie jest korzystniejsze ze względu na lepsze własności startu samolotu i lepszą widoczność z kabiny pilota, komplikuje jednak napęd urządzeń rolniczych, oczywiście w przypadku zastosowania ciśnieniowego transportu chemikaliów.

Literatura

1. Losch R. J.: *Gas turbine engines in agricultural aircraft*, Third International Agricultural Aviation Congress, Arnhem 1966
2. Wolfrum W., *Test: Pilatus Turbo-Porter*, „Flugrevue mit Flugwelt” 1968 nr 9.
3. *Pilatus Turbo-Porter Model PC-6/B1-H2*, Pilatus Aircraft Ltd Specifications” 1966 February
4. Bekiesiński R., Rzewski H.: *Uszkodzenia silników turbinowych przez ciata obce*. Technika Lotnicza i Astronautyczna, nr 6 1968
5. Buckner H. A., Peach J. W.: *Turboprop engine operational experience in STOL aircraft operating from rough fields*, SAE Transactions, vol. 77, 1968
6. Kordziński W.: *Tendencje w rozwoju napędów śmigłowcowych*, „Technika Lotnicza i Astronautyczna” 1969 nr 10.
7. Kordziński W.: *Tendencje w budowie turbiniowych silników śmigłowych o małej i średniej mocy*, „Technika Lotnicza i Astronautyczna” 1970, nr 6 i 7.
8. W. K.: *Kanadyjskie silniki turbinowe UACL PT6*, „Technika Lotnicza i Astronautyczna”, 1970 nr 7.
9. W. K.: *Silniki Turbomeca „Astazow” XIV*. NOWOSCI TECHNICZNE, „Technika Lotnicza i Astronautyczna” 1968, nr 7.
10. Przepisy BCAR K. 2 Sekcja 4.
11. Katalogi norm czasowych stosowanych przy przeglądach samolotów Il-14, An-24 i Il-18, PLL „Lot” 1970.

KRONIKA

▲ 13 lutego w świetlicy Zarządu Ruchu Lotniczego i Lotnisk Komunikacyjnych na Okęciu odbyło się Walne Zebranie Sprawozdawczo-Wyborcze Warszawskiego Klubu Seniorów Lotnictwa. WKSL liczy 201 członków; w zebraniu wzięło udział 110 seniorów. W prezydium m. in. zasiadł K. Burzyński — pilot balonowy, który zebraniu przewodniczył i płk. S. Skalski — wiceprezes APRL.

Ze sprawozdania, które złożył Kazimierz Chorzewski, prezes WKSL, seniorzy dowiedzieli się o poważnej działalności społecznej ustępującego Zarządu Klubu oraz o dużych jego osiągnięciach. Działalność ta — na wniosek członka Komisji Rewizyjnej mgra inż. W. Litwinowicza — została przez członków przyjęta z podziękowaniem i nagrodzona oklaskami.

Wybrany został — przez aklamację — nowy zarząd warszawskiego KSL w następującym składzie: Kazimierz Chorzewski, Kazimierz Haber, Alfred Żaliński i Jerzy Osieński. Do ogniw Aeroklubu Warszawskiego wybrano rzeczników w osobach: W. Rychtera (do Sądu Honorowego) i F. Janika (do Komisji Rewizyjnej).

W dyskusji omówiono m. in. sprawy następujące:

— zgłoszenie przez Zarząd WSKL do Komitetu Obywatelskiego w Warszawie (na ręce seniora lotnictwa inż. architekta J. Króla) 2000 zł na odbudowę Zamku Królewskiego,

— treść nowego statutu KSL uchwalonego 19.IX. ub. r.,

— apel przewodniczącego Sekcji Historycznej inż. Bartla o przekazywanie pamiątek związanych z lotnictwem,

— apel przewodniczącego Rady Klubu SL o zgłaszanie wspomnień lotniczych do APRL w celu nagrania na magnetofonie.

▲ Senior lotnictwa Scipio del Campo ukończył 84 lata. Składamy Mu z tej okazji powinszowania i życzenia wielu lat czerstwego zdrowia. Wspomnienia sędziwego pilota można znaleźć w pracy zbiorowej lotników pt. *Pierwsze skrzydła*.

Awiatorem o prawie takim samym stażu był jeden z pierwszych rekordzistów świata, Grzegorz Piotrowski, który dyplom pilota otrzymał w Aeroklubie Francji. Piotrowski we wrześniu 1910 r. ustanowił w Petersburgu, na samolocie „Bleriot”, światowy rekord przelotu nad morzem z pasażerem. Po pierwszej wojnie światowej Piotrowski osiedlił się w Stanach Zjednoczonych, gdzie wydał książkę pt. *Z wysokości lotu i w perspektywie czasu*.

▲ 1970 rok był pomyślny dla naszych lotniczych sportowców. Naj-

wiekszy sukces odnieśli polscy szybowownicy, zdobywając tytuł wicemistrza świata oraz zajmując 3 i 5 miejsca. Podnieśli swój poziom skoczkiwie spadochronowi, zaś modelarze mają na swym koncie tytuły wicemistrzów świata i Europy. Podczas spotkania zorganizowanego w APRL sportowcom i działaczom wręczono wiele zaszczytnych odznak i wyróżnień. Wśród wyróżnionych medalem *50-lecia lotnictwa sportowego* znaleźli się m. in. kierownik Działu Programów Sportowych TV, red. R. Dycja oraz kierownik działu sportowego „Expressu Wieczorne-go” red. Z. Kossek.

▲ Z ubolewaniem trzeba stwierdzić, że kandydat lotniczy do pierwszej dziesiątki najlepszych sportowców polskich — wicemistrz świata w szybownictwie, Jan Wróblewski — nie uzyskał należnej mu lokaty w ocenie czytelników „Przeglądu Sportowego”. Ostatnio z tym świętym: pilotem, który jest instruktorem w Centrum Szybowcowym w Lesznie, przeprowadziła wywiad redakcja „Trybuny Ludu”. Wróblewski ma 30 lat, 2500 godzin spędził w powietrzu i legitymuje się trzema rekordami Polski oraz mistrzostwem świata w szybownictwie. A na marginesie: jakże mizerna jest propaganda lotnictwa sportowego w Polsce, jeżeli mistrz w tak atrakcyjnej, trudnej i niebezpiecznej dyscyplinie sportowej może zostać w cieniu!

▲ Według wyliczeń „Skrzydlatej Polski” najaktywniejszym szybownikiem 1970 roku — był Edward Makula z Aeroklubu Katowickiego. Na drugim miejscu lokuje się W. Sznurowski (Warszawa), na trzecim J. Wróblewski (Bydgoszcz), zaś na czwartym — F. Kępka (Bielsko-Biała).

Najaktywniejsze w szybowcowej działalności wyczynowej w 1970 r. były kolejno aerokluby: Wrocławski, Warszawski, Bydgoski i Katowicki.

▲ Płk. Walery Bykowski — bohater Związku Radzieckiego — odznaczony został przez ministra gen. Jaruzelskiego medalem *Braterstwa Broni*. Tego samego dnia astronauta radziecki spotkał się z kadrą i żołnierzami najstarszej jednostki lotniczej WP: I Pułku Lotnictwa Myśliwskiego — Warszawa. Dowództwo jednostki przyznało W. Bykowskiemu tytuł honorowego pilota I Pułku.

▲ Przedsiębiorstwo PLL „Lot” w roku 1969 uzyskało 207 mln zł zysku, a w ubiegłym roku 250 milionów. W obrachunku dewizowym „Lot” w 1969 r. dostarczył 4 mln dolarów, zaś w ubiegłym prawie 5,3 miliona.

Linie lotnicze SAS miały w 1970 r. obroty 384 mln dolarów (porównując z 1969 r. — wzrost o 12%).

Nie są to ciekawostki, lecz lekcja dla tych, którzy w polskiej polityce lotniczej są bardziej ekonomami — niż ekonomistami.

Samoloty PLL „Lot” latają do 24 państw. Długość linii wynosi 46 957 km. Tabor „Lotu” składa się z samolotów Il-14, samolotów IŁ-18, samolotów An-24 i samolotów odrzutowych Tu-134.

▲ Dwa duże zakłady przemysłowe w woj. rzeszowskim mają własne „powietrzne taksówki”. Po Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu „Wilgę” zakupiła ostatnio huta „Stalowa Wola”. Będą one wykorzystywane do szybkich połączeń w szczególnie pilnych dla zakładów sprawach.

Nad zakładowymi powietrznymi taksówkami opiekę i obsługę techniczną sprawują miejscowe aerokluby.

▲ Polski przemysł eksportuje do Węgier nie tylko samochody, lecz również samoloty „Gawron” i „Wilga”. Odnośna umowa została podpisana w Budapeszcie w styczniu br.

▲ W zakładach naukowo-badawczych General Motors w Kalifornii pracuje wychowanek Politechniki Warszawskiej, inż. Mieczysław Bekker. Inż. Bekker od kilku lat zajmuje się konstrukcją pojazdu księżycowego. Wykonano już kilka modeli pojazdu, które konstruktor ulepsza w oparciu o doświadczenia uzyskane w czasie kolejnych wypraw księżycowych.

▲ Międzynarodowa Unia Astronomiczna zmieniła nazwę jednej z 600 znanych komet. Wypadek taki w kosmologii zaszedł dopiero po raz siódmy i dotyczył nauki polskiej. Otóż kometcie dodano — obok nazwiska jej odkrywcy — także i nazwisko astronoma, który opracował jej tor. Tym uczonym jest polski astronom prof. dr Michał Kamiński. Kometka zwie się obecnie Wolf-Kamińskiego. Piękną to formą uznania przez światową czołówkę astronomów wieloletnich zasług polskiego uczonego, zawsze czynnego w warszawskim środowisku naukowym.

▲ Przedstawiciele rumuńskiego przemysłu lotniczego podpisali z francuskimi zakładami lotniczymi „Aerospatiale” porozumienie w sprawie licencyjnej budowy w Rumunii śmigłowców „Alouette” III. Pierwszy etap francusko-rumuńskiej współpracy przewiduje budowę 50 śmigłowców tego typu oraz dostawę części dla przemysłu francuskiego.

523.36:629.788

Results of investigations of lunar ground sample gathered by Luna 16

The results of the mineralogical and chemical investigations of the lunar ground sample gathered by the Luna 16 space vehicle are presented. The similarity of this sample, as well in respect to the structure as well in respect to the chemical composition, with the samples gathered by Apollo 12 astronauts is emphasized.

KORDZIŃSKI W.

621.438:629.7.035.3:632.982.4

Analysis of problem of application of turboprop engine to agricultural aircraft

This article presents an effort of analysis of suitability of application of turbopropeller engine to agricultural aircraft having 4400 lb payload. The most important factors affecting this problem are discussed and the requirements in regard to turbopropeller engine for agricultural aircraft are determined.

KONIECZNY J., OLEARCZUK E.

Development of exploitation service

In this article the history of the exploitation service is given, its present results are discussed and future development trends are indicated.

PAWŁOWSKI W., WAKALSKI A.

621.892

The modern lubricants and lubrication technics

In this article the types of the lubricants used actually and their applications are presented. The development of the jet propelled vehicles and the systems applied for the spacecraft determine the extreme lubricant operational conditions from -268°C to 1372°C . The future lubricants investigated by USAF and the future lubrication technics are discussed also.

DOSTATNI B.

656.7.08

Aircraft crashes

In this article the causes of aircraft crashes are discussed, their statistical data are given and the methods of preventing these crashes are presented.

OLSZAŃSKI Z.

629.735(438):614.881

The polish medical aviation

In this article the history of the polish medical aviation is presented and its problems and development trends are discussed.

Co piszą inni...

Historia rozwoju miernictwa dynamicznego — nowej gałęzi metrologii

Miernictwo elektryczne jako gałąź techniki powstało w XIX wieku. W artykule omówiono najważniejsze publikacje z dziedziny miernictwa wielkości, będących funkcjami czasu, zwanym miernictwem dynamicznym. Uwytkowano wkład polskich pomiarowców w rozwój tej dziedziny metrologii oraz omówiono artykuły zagraniczne z najważniejszych ośrodków w NRD i ZSRR.

„Pomiary, Automatyka, Kontrola” 1970 nr 12

Niektóre naukowe, techniczne i ekonomiczne aspekty badań niezawodności przyrządów pomiarowych

W artykule podano definicję niezawodności oraz omówiono niezawodność pomiaru. Przedstawiono też aktualny stan badań niezawodności przyrządów pomiarowych w Wielkiej Brytanii, ZSRR i Polsce. Omówiono różnorodność przyrządów pomiarowych, zasady ich działania, zasady funkcji, stopni złożoności i ważności w aspekcie badań niezawodności. Podano przykładowy program i metodykę badań, przeanalizowano efekty ekonomiczne.

„Pomiary, Automatyka, Kontrola” 1970 nr 12

Ośrodki obliczeniowe

W artykule przedstawiono kryteria podziału ośrodków obliczeniowych na różne typy oraz przykłady dotychczasowego rozwoju na świecie usługowych ośrodków obliczeniowych, zależnych i niezależnych od producentów komputerów. Omówiono amerykański projekt powołania centralnego ośrodka obliczeniowego (National Data Center). Autor stwierdza, że rola ośrodków usługowych jest szczególnie pozytywna we wstępnej fazie rozwoju informatyki; przy dalszym rozwoju występują czynniki ograniczające tę rolę i stymulujące rozwój własnych ośrodków użytkowników.

„Maszyny Matematyczne” 1970 nr 12

Systemy cyfrowe i ich struktura

W artykule zdefiniowano pojęcie „system cyfrowy”. Określono cechy charakterystyczne wyróżniające system cyfrowy oraz zależność, jaka istnieje między systemem liczącym (system automatycznego przetwarzania informacji) a systemem cyfrowym. Przedstawiono abstrakcyjny model systemu cyfrowego, oparty na abstrakcyjnym modelu systemu liczącego, określonego jako graf odwzorowujący przepływ informacji. Opisano rozwój funkcjonalnej struktury systemów. Podano propozycje metod opisu i badania systemów cyfrowych.

„Maszyny Matematyczne” 1970 nr 12

Efektywność ekonomiczna stosowania systemu TIME SHARING

Przytoczono wyniki analiz ekonomicznych i ankiet na temat opłacalności stosowania komputerów w systemach wieloprogramowych, z podziałem czasu. Na ogół stwierdza się opłacalność stosowania tych systemów, które upowszechniają się i obejmują coraz to nowsze gałęzie gospodarki.

„Maszyny Matematyczne” 1970 nr 12

małe. Dlatego też w 1962 r. rozpoczęto budowę nowego budynku dworcowego, który oddano do eksploatacji w 1964 r. W ostatnich latach zamontowano urządzenia ILS i VASI.

Przewidywania rozwojowe

Zwiększający się ruch lotniczy, a szczególnie samolotów australijskich i brytyjskich wymagał przystosowania lotniska do samolotów „Boeing” 707. Opracowano już kompleksowy program rozbudowy budynków dworcowych oraz pasów startowych, budowę wielopiętrowego parkingu itp. Dla usprawnienia ruchu pasażerskiego na lotnisku projektuje się montaż ruchomych chodników.

Kontrola ruchu lotniczego

Przeniesienie lotniska do Paya Lebar umożliwiło rozwinięcie nowoczesnego systemu kontroli ruchu lotniczego. Precyzyjna kontrola samolotów cywilnych wynika między innymi z bliskości lotnisk wojskowych (Changi, Seletar, Sembawang i Tengah) i wzmożonego ruchu na nich. W większości są to lotniska brytyjskie. Centrum połączonej kontroli ruchu lotniczego i centrum łączności (cywilne i wojskowe) usytuowano w tym samym budynku nowego lotniska. Na centrum tym ciąży odpowiedzialność za informację i bezpieczeństwo w ramach ATC i FIR Singapur. Zamontowano nowoczesne urządzenia radarowe bliskiego i dalekiego zasięgu.

System łączności ma bezpośrednie połączenia prawie ze wszystkimi portami lotniczymi Azji południowo-wschodniej i Australii.

Usługi pasażerskie

Regularna sieć połączeń lotniczych obsługiwana jest przez ponad 20 przedsiębiorstw, ponadto przez Singapur prowadzą linie licznych połączeń czarterowych. Tak wzmagający się ruch wymaga stałego unowocześniania portu.

Główny budynek dworcowy jest solidnej konstrukcji, główna dwupiętrowa hala dworcowa mieści różne sklepy, bank, pocztę i telegraf, biura informacyjne oraz stałe ekspozycje wystawowe.

Na galerii kwiatów mieszczą się restauracje, bar, sale klubowe i bar szybkiej obsługi. Oddzielna strefa przylotowa pozwala na przejście przez emigracyjny punkt sanitarny, a następnie do komory celnej, gdzie oczekują już bagaże osobiste. Bagaże te przenoszone są na liniach konwenerowanych.

Biura administracyjne, punkty zdrowia, imigracji i celne umieszczone są centralnie, co znacznie przyspiesza obsługę pasażerską.

Pasażerowie odlatujący korzystają z innej strefy budynku dworcowego, gdzie po sprawdzeniu bagażu przenoszone są one taśmociągami do samolotów. Pasażerowie przybywają do hallu głównego, skąd przechodzą do poczekalni odlotowej niedostępnej już dla odprowadzających. Pasażerowie tranzytowi przebywają w sali klubowej z otwartym widokiem na lotnisko. W sali tej czynne są sklepy bezcłowe oraz pokoje przeznaczone do odpoczynku.

Lotnisko ma 120 spikerów, 6 punktów informacji oraz 5 punktów informacyjnych przeznaczonych dla ruchu imigracyjnego.

Od 1 stycznia 1971
miesięcznik „Maszyny Matematyczne”
ukazuje się pod tytułem

INFORMATYKA

Zmiana tytułu jest uzasadniona rozwojem dziedziny wiedzy, któremu służy czasopismo. Ta dziedzina wiedzy bardzo rozwinęła się i uformowała, precyzuje się również terminologia. Powstał nowy wyraz „informatyka” od „informacja” i „matematyka”. Informatyka obejmuje całość nauk, związanych z maszynami matematycznymi i ich zastosowaniem w gospodarce, nauce i technice, z maszynową techniką obliczeniową, przetwarzaniem informacji. Nowy, zwięzły termin „informatyka” ma już u nas tradycję, stosowany jest w literaturze fachowej. Analogiczny termin przyjął się w słownictwie francuskim i niektórych innych.

W związku z tym zmieniono nazwę czasopisma „Maszyny Matematyczne” na INFORMATYKA.

lotnicze porty świata

SINGAPUR- PAYA LEBAR

Krótką charakterystyką polityczno-gospodarczą

Konieczna wydaje się taka prezentacja, bowiem kontakty lotnicze z tym odległym partnerem należą do rzadkości u nas.

Obszar państwa wynosi 581 km² i ok. 2 mln mieszkańców. Państwo to zamieszkuje ludność różnej narodowości, z przewagą Chińczyków, jest członkiem Brytyjskiej Wspólnoty Narodów. Przy stosunkowo niewielkiej liczbie ludności i braku bogactw naturalnych (ropa naftowa i cyna) Singapur odgrywa ważną rolę w transporcie morskim i lotniczym świata. W porcie morskim przeładunki przekraczają 30 mln ton rocznie. Tutejsze stocznie remontowe świadczą usługi dla wielu armatorów. Jest to ważny port bunkrowy, a port lotniczy pełni funkcję węzła tranzytowego, szczególnie w połączeniu Australii z kontynentem europejskim.

Historia portu lotniczego

Historia rozwoju i działania portu lotniczego w Singapurze ściśle związana jest z polityką gospodarczą Wielkiej Brytanii. Różwój samolotu długodystansowego nakładał na port coraz to większe zadania.

Już w 1950 r. zaistniała konieczność budowy nowego portu lotniczego, gdyż do tej pory istniejący w Kallang był już za mały, by sprostać bieżącym potrzebom. Na miejsce nowego lotniska wybrano teren koło Paya Lebar. Wstępny projekt przewidywał

budowę lotniska w kształcie litery H z pasami startowymi o długości 2290 m. W początkowej fazie projektowano budowę jednego pasa, drugi miał powstać w miarę potrzeb i miał być odpowiednio dłuższy.

Budowę rozpoczęto w 1952 r. Pasy startowe wykonano z niezwykle silnego materiału, tak że lotnisko Paya Lebar może przyjmować nawet największe samoloty. Pierwszy samolot wylądował na nowym lotnisku w 1955 r.

Budowę istniejącego budynku dworcowego rozpoczęto w 1953 r. Mieściły się w nim biura towarzystw lotniczych, warsztaty, hangary i magazyny towarowe. Dla poczynienia odpowiednich oszczędności z lotniska Kahang przetransportowano do Paya Lebar potężny hangar stalowej konstrukcji.

Zainstalowano najnowocześniejsze urządzenia nawigacyjne i świetlne odpowiadające wymaganiom współczesności.

Budynki dworcowe mimo poważnej rezerwy przestrzennej już w latach sześćdziesiątych okazały się za

Dokończenie na III str. okładki

Ruch lotniczy w Singapurze w latach 1960—1970

Rok	Liczba obsłużonych samolotów	Liczba pasażerów	Ładunek towarowy (tony)	Poczta (tony)
1960	31 991	333 175	5 121	1 627
1961	40 590	400 178	5 748	1 749
1962	41 976	459 311	5 788	1 661
1963	44 654	501 528	5 574	1 684
1964	47 955	593 197	5 879	1 382
1965	47 551	705 483	7 167	1 493
1966	49 163	770 562	7 757	1 464
1967	55 160	957 713	8 914	1 885
1968	62 756	1 081 877	10 462	2 309
1970*	65 000	1 300 000	12 500	2 600

* Dane szacunkowe

